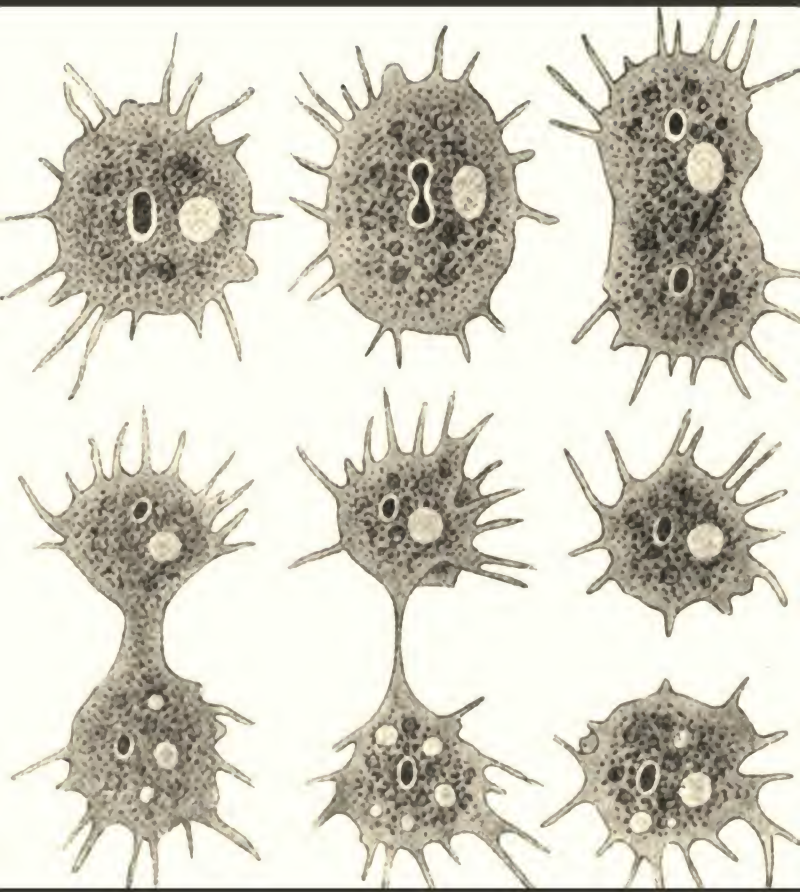


Die Tierwelt des Mikroskops (die Urtiere).

Richard Benedict Goldschmidt

Digitized by Google

Digitized by Google

THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID

Digitized by Google

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig.

Künstlerischer Wandschmuck

für Haus und Schule. Farbige Künstlersteinzeichnungen

Größere Blätter: Bildgröße 100×70 cm und 75×55 cm ℳ 5.— und ℳ 6.—

Erschienen sind ca. 75 Blätter, darunter:

Banzer, Abend.
Bergmann, Seerosen.
Biese, Hünengrab — Im Stahlwerk b. Krupp.
Conz, Schwarzwaldtanne.
Dettmann, Dullanwerft bei Stettin.
Du Bois-Reymond, Alt-Landsch. (Akropolis).
Elchrodt, Droben stehet die Kapelle.
Filenfischer, Krähen im Schnee.
Genzmer, Volkslied.
Georgi, Ernte — Pflügender Bauer.
Hecker, Am Meeresstrand.
Heim, Im Wasgenwald — Am Webstuhl.
Hoch, Fischerboote — Gletscher — Kiefern.
Kampmann, Mondaufgang.
Kampmann, Abendrot — Herbstabend.
Kanoldt, Eichen.
Leiber, Sonntagsstille.
Lauer, Abendfrieden.
Matthaei, Nordseeinsel.
Manschelß, Winternacht.
Orlik, Rübezahl — Hänsel und Gretel.
Otto, Christus u. Nikodem, Maria u. Martha.
Porzig, Reigen.
Roman, Pasitum — Röm. Campagna.
Schacht, Einsame Weide.
Schinnerer, Waldwiese — Winterabend.
Schramm-Zittau, Schwäne.
Strich-Chapell, Lieb Heimatland ade — Herbst im Land — Dorf in Dünen — Frühlingsgäste — Mondnacht.
Süß, Sankt Hubertus.
Voigt, Klosterruine.
v. Volkmann, Wogendes Kornfeld.
Zumbusch, Matterhorn — Letztes Leuchten.

Kleinere Blätter:

Bildgröße 41×30 cm. Erschienen sind ca. 30 Blätter, je ℳ 2.50, darunter:

Becker, Sächsische Dorfstraße.
Bendrat, Aus alter Zeit — St. Marien in Danzig — Jakobskirche in Thorn — Gedensburg Marienwerder — Die Marienburg — Ruine Rheden.
Biese, Christmarkt — Einsamer Hof.
Daur, Beschneite Höhen — Kapelle.
Filenfischer, Maimorgen.
Hein, Das Tal.
Hildebrand, Was der Mond erzählt.
Kampmann, Herbsttürme — Feierabend.
Lunz, Altes Städtchen.
Ortlieb, Herbstluft.
Petzet, Am Stadttor.
Strich-Chapell, Blühende Kastanien.
Strich-Chapell, Heuernte.
v. Volkmann, Frühling auf der Weide.
Zeising, Dresden — Herbst in der Eifel.
Leinwandmappe m. 10 Bl. n. Wahl ℳ 28.—
Kartenmappe m. 5 Blatt. n. Wahl ℳ 12.—

Bunte Blätter:

Kleinste Künstlersteinzeichnungen.

Blattgröße 35×23 cm.

Erschienen sind ca. 20 Blätter, je ℳ 1.—, darunter:

Biese, Verschneit.
Daur, Am Meer.
Filenfischer, Am Waldesrand.
Glück, Morgensonne im Hochgebirge.
Hildebrand, Stilles Gäßchen.
Kampmann, Baumblüte — Bergdorf.
Knapp, Unter dem Apfelbaum.
Matthaei, In den Marschen.
Schroedter, Vergißmeinnicht.

In Fournierrahmen . . . . . ℳ 1.80
In massivem Rahmen . . . . . ℳ 3.—
Leinwandmappe mit 10 Blättern nach Wahl . . . . . ℳ 12.—
Kartenmappe mit 5 Blättern nach Wahl . . . . . ℳ 5.—

Wand-Friese:

Bildgröße 105×44 cm je ℳ 4.—

Rehm, Wer will unter die Soldaten — Wir wollen die goldene Brücke — Scharfschießen — Schwarzseher — Kinderlos — Wacht — Gruß.

Porträts: Größe 60×50 cm ℳ 3.—

Bauer, Goethe — Schiller — Luther.
Kampf, Kaiser Wilhelm II.
Zumbusch, Bismarck [illegible]

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen
160. Bändchen

Die Tierwelt des Mikroskops (die Urtiere)

Von

☆Dr. Richard Goldschmidt
Privatdozent der Zoologie an der Universität München

Mit 39 Abbildungen

Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig 1907

Digitized by Google

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

Digitized by Google

K-QL362
G6

Vorwort.

Vorliegendes Bändchen entstand aus einem Zyklus von Volkshochschulvorlesungen, die im Februar 1906 im Münchner Volkshochschulverein gehalten wurden. Es war meine Absicht, eine Schilderung der mikroskopischen Lebewelt zu geben, die nicht nur den Laien zur eigenen Beschäftigung mit dem Mikroskop ermuntern sollte, was sich mit den allerbescheidensten Hilfsmitteln schon nutzbringend durchführen läßt, sondern gleichzeitig auch zeigen sollte, wie gerade die Beschäftigung mit der Tierwelt des Mikroskops geeignet ist, die Grundkenntnisse vom Bau und den Lebensfunktionen des Tieres zu vermitteln und in zahlreiche Probleme, die dem Naturforscher die belebte Natur darbietet, einzuführen. Da ich diesen Plan auch in vorliegender Bearbeitung beibehielt, so wird man zwar nicht imstande sein, mit Hilfe des Büchleins jedes unter dem Mikroskop gefundene Tier seinem Namen nach festzustellen, wohl aber kann man, so hoffe ich, daraus einen Einblick in das schon auf seiner niedersten Stufe so verwickelte Getriebe tierischen Lebens bekommen und daraus die Begierde schöpfen, durch weiteres Studium und Nachdenken tiefer in die schönste aller Wissenschaften, die Wissenschaft vom Leben, einzudringen. Es war schließlich mein Streben zu vermeiden, daß der Begriff „gemeinverständlich" sich nur auf dem Titel vorfindet.

München im September 1906.

R. Goldschmidt.

M370083

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Vorwort III

I. Einleitung.

1. Kapitel.

a) Einleitung 1
b) Entdeckung der mikroskopischen Lebewelt 2
c) Die Urzeugung 3
d) Die Herkunft des Lebens auf der Erde 6
e) Die Entdeckung mikroskopischer Lebewesen. . . . 8
f) Die Grenzen der Sichtbarkeit 10

II. Bau und Leben der Protozoen.

2. Kapitel.

a) Der Begriff des Urtierchen oder Protozoon 12
b) Die Zellenlehre 13
c) Bau und Leben einer Amöbe
1. Zelleib und Zellkern. . 17
2. Die Bewegung 18
3. Die Ernährung und der Stoffwechsel. 20
4. Die Cystenruhe. . . . 23
5. Die Fortpflanzung . . 25

3. Kapitel.

d) Die Rhizopoden oder Wurzelfüßer 27
1. Die amöbenartigen Tiere 27
2. Einkammerige beschalte Wurzelfüßer 28
α) Ihr Bau 29
β) Fortpflanzung und Schalenbildung . . 30
3. Die Kammerlinge oder Foraminiferen . . . 32
α) Die Schalen . . . 33
β) Der Weichkörper . . 33
4. Die Strahlinge oder Radiolarien. 37
α) Der Weichkörper . . 37
β) Das Skelett. . . 38
γ) Die Lebensweise . . 40
δ) Koloniebildung . . 43
ε) Die Fortpflanzung . 44

Seite

5. Die Sonnentierchen oder Heliozoen 47
α) Der Bau 47
β) Die Fortpflanzung . 48

4. Kapitel.

e) Die Geißeltierchen oder Flagellaten 50
1. Ihr Bau und Formenmannigfaltigkeit . . . 50
2. Tier und Pflanze; das Protistenreich 54
3. Flagellatenkolonien und Vielzelligkeit 57
f) Die Infusorien oder Aufgußtierchen 60
1. Bau und Leben eines Trompetentierchens . 60
α) Die Zellorgane . . 61
β) Die Reizbarkeit der Protozoen 63
2. Die ungeschlechtliche Vermehrung und der Tod 67
3. Die Konjugation. . . 68
4. Die Formen der Infusorien 72
5. Die Sauginfusorien . . 75

III. Die Protozoen als gefährliche Krankheitserreger.

5. Kapitel.

a) Die Malaria u. ihr Erreger 78
b) Die Sporozoen 85
c) Die Dysenterieamöben . . 86
d) Die Trypanosomen . . . 87
1. Die Erreger der Tsetsekrankheit 88
2. Die Schlafkrankheit . . 90
e) Die Spirochaeten 91
f) Das gelbe Fieber 92

IV. Die mikroskopische Lebewelt im Haushalt der Natur.

6. Kapitel.

a) Das Plankton und der Stoffwechsel des Meeres 93
b) Protozoen als Gesteinsbildner 97
Anhang. 99

Digitized by Google

1. Einleitung.

Die Entdeckung der mikroskopischen Lebewelt.

Die Entstehung des Lebens. Wie mikroskopische Organismen erhalten und untersucht werden können. Die Grenzen der Sichtbarkeit.

Die Mutter einer jeden Naturforschung ist die Phantasie. Ihr Wunsch, immer wieder Neues und Seltsames zu schauen, veranlaßt den Menschen, in der ihn umgebenden Natur Umschau zu halten, veranlaßt ihn, die Kelche der Blüten zu öffnen und das darin versteckte Insekt hervorzuholen, veranlaßt ihn, den Blick zu den Gestirnen hinaufzuwenden und darüber zu sinnen, wie es wohl dort in den anderen Welten ausschauen möge, und was noch alles wohl hinter den Gestirnen sich finde. Besonders ist es begreiflicherweise alles Übersinnliche, das ihr die reichste Nahrung gewährt, das übermäßig Große und das über die Maßen Kleine. Und gerade ersteres ist ja vor allem ihr Lieblingsgegenstand. Groß, selbstverständlich nur vom menschlichen Standpunkte aus gemessen! Für uns ist beispielsweise die Maus ein recht kleines Tier, während sie der Raubvogel, hoch in den Lüften schwebend, erspäht und geradenwegs auf sie herabstößt. Und umgekehrt mag dem Riesen des Meeres, dem Walfisch, ein mit zehn Ruderern bemanntes Boot gar klein erscheinen. So bevölkert also von jeher die Phantasie mit Vorliebe die Welt mit Riesen und übersinnlich großen Ungeheuern: in den Sagen und Mythen aller Völker und Zeiten kehren sie wieder, die Riesen, welche mit Göttern und Menschen kämpfen, und gewaltige Tiere, welche die Masse der Welt auf ihren Schultern tragen. Anders dagegen ist es mit dem unendlich Kleinen. Man konnte sich wohl eine Schildkröte ausmalen von so gewaltiger Größe, daß sie auf ihrem Rücken die Last der Welt trug, nicht konnte man sich aber lebende Wesen vorstellen, die so klein sind, daß man sie nicht sehen kann; denn wie sollte etwas wirklich vorhanden sein, was man gar nicht sehen kann!

Digitized by Google

Man kann sich danach wohl die Freude und das Erstaunen des großen holländischen Naturforschers Leeuwenhoek denken, als er um die Mitte des 17. Jahrhunderts zum erstenmal durch ein Mikroskop schaute. Vorher kannte man ja solche Instrumente noch nicht; man besaß nur Vergrößerungsgläser, die ungefähr so einfach gebaut waren, wie die, die heute unsere Uhrmacher benutzen. Leeuwenhoek hatte sich selbst das zusammengesetzte Mikroskop konstruiert, das ihm jetzt eine viel stärkere Vergrößerung erlaubte, als sie die alten Lupen hatten geben können. Und mit diesem Instrument untersuchte er nun unter anderem das Wasser und da wimmelte es von lebenden Wesen, von deren Bestehen man keine Ahnung gehabt hatte und haben konnte. Es waren Tierchen von merkwürdiger Form und Gestalt, viele von einander verschieden und doch wieder in ihrer Art sich zu benehmen von einer gewissen Einheit. Besonders ihre lebhaften Bewegungen sagten ihm auf den ersten Blick, das sind lebende Wesen, das können nur Tiere sein. Und nun bemühte er sich natürlich, solche Tiere, so viel er konnte, zu finden. Er kam auf den Gedanken, alle möglichen Substanzen, die sich darboten, mit Wasser zu übergießen, Infusionen, Aufgüsse anzufertigen, wie man das nannte. Er nahm Heu, Stroh, Pfeffer und alle möglichen Gewürze, begoß sie mit Wasser und ließ sie eine Zeitlang stehen. Und wartete er lange genug, so war das Wasser angefüllt mit merkwürdigen Tierchen, denen man von der Methode, mit der sie erhalten wurden, den Namen Aufgußtierchen oder Infusorien gab. Alsbald wurde diese Entdeckung immer allgemeiner bekannt und so kam es, daß es eine Lieblingsspielerei — kann man schon sagen —, der gebildeten Welt wurde, Aufgüsse zu machen und im Mikroskop zu betrachten. Der Kenntnis dieser Tiere kam aber die Mode sehr zu statten, sie machte immer bedeutendere Fortschritte. Es sei nur der Name Roesel von Rosenhofs genannt, an dessen lebendiger Schilderung und prächtigen Abbildungen wir heute noch unsere Freude haben.

Die Erkenntnis wuchs selbstverständlich immer weiter mit der Vervollkommnung der Hilfsmittel. Man lernte kompliziertere und bessere Mikroskope bauen, die den Begriff des Kleinen immer mehr nach unten verschoben, und noch jetzt bringt uns jedes Jahr auf diesem Gebiete Verbesserungen und damit die Möglichkeit, immer weiter in den feineren Bau der Lebewesen einzudringen. Zahlreiche Forscher wandten sich vor allem im verflossenen Jahrhundert

Digitized by Google

dem Studium der mikroskopischen Lebewelt zu und förderten ihre Kenntnis in solcher Weise, daß gerade die kleinsten unter den Tieren jetzt zu den besterforschtesten gehören. O. F. Müller und Ehrenberg, Joh. Müller und Max Schultze und von noch lebenden Forschern Ernst Häckel, Otto Bütschli, Richard Hertwig sind es, denen wir diese großen Fortschritte in erster Linie verdanken.

Die Zahl verschiedener mikroskopischer Lebewesen ist dabei ins Ungeheure gewachsen. Früher konnte man die Tiere nur aufsuchen in den leicht zugänglichen Gewässern, Teichen und Sümpfen. Die stetig wachsende Erleichterung der Verkehrsmittel führte nun den Forscher zu neuen jungfräulichen Gebieten, vor allem ans Meer, und damit eröffnete sich ihm eine neue Welt von solchen Lebewesen. Denn nirgends sind sie so formenreich und in solcher Schönheit vorhanden, wie im Meer. Und seit man zuerst in England, vor einigen Jahren aber auch bei uns besondere Expeditionen ausrüstete, die auch die ewige Nacht der Tiefsee mit ihren modernen Instrumenten durchforschten, konnte es möglich werden, daß bedeutende Gelehrte Jahrzehnte mühevoller Arbeit allein auf die Beschreibung der neuentdeckten Formen dieser oder jener Gruppe mikroskopischer Lebewesen verwandten. In jüngster Zeit endlich haben die mikroskopisch kleinen Tiere eine ganz besondere und ungeahnte Bedeutung erlangt, seit man erkannte, daß sie imstande sind, als Schmarotzer die Erreger zahlreicher gefährlicher Krankheiten zu werden. Davon aber werden wir später näheres hören.

Ehe wir uns nun der Betrachtung jener kleinen Lebewesen zuwenden, müssen wir noch eine Anzahl Vorfragen uns vorlegen. Zunächst: wo kommen so unendlich kleine Wesen überhaupt her? Diese Frage stellte man sich zur Zeit ihrer Entdeckung selbstverständlich ebenfalls. Damals war man aber mit einer sehr einfachen Lösung zufrieden. Die Tierchen waren so klein, und schienen so außerordentlich einfach gebaut zu sein, daß man sich sehr wohl vorstellen konnte, daß sie plötzlich aus etwas Leblosem entstanden seien. Es war vorher in der zum Aufguß verwandten Substanz, im Pfeffer, im Heu nichts Lebendes gewesen, auf einmal war es da und so war keine andere Möglichkeit scheinbar vorhanden, als daß die plötzlich aufgetretenen Tiere sich aus diesen Dingen herausgebildet hatten. Und so nannte man eine solche Zeugung von Lebendem aus Leblosem Urzeugung und fand in diesem Gedanken durchaus nichts Merkwürdiges. Man war es auch von

Digitized by Google

alters her gewohnt, — schon seit dem klassischen Altertum, — Tiere, von deren Herkunft man nichts wußte, oder welche so klein waren, daß man sich um ihre Erforschung nicht bemühte, als aus Leblosem entstanden anzusehen. Man fand nichts Abenteuerliches in der Ansicht, daß Ratten und Mäuse aus Sägespänen oder Schmutz entstehen und für ein so kleines Wesen, wie es ein Floh ist, war es ganz selbstverständlich, daß er sich aus Urin bildete. Warum sollte eine solche Urzeugung dann bei mikroskopisch kleinen Tieren, die man mit unbewaffnetem Auge gar nicht erkennen konnte, nicht der Fall sein? Leeuwenhoek selbst war viel weiter fortgeschritten; er hatte eine ganz richtige Vorstellung von der Herkunft seiner Aufgußtierchen, mit der er aber bei seinen Zeitgenossen keinen Anklang fand. Die Idee der Urzeugung erhielt vielmehr noch weitere Nahrung durch die genauere Kenntnis der Eingeweidewürmer, Schmarotzer im menschlichen und tierischen Körper, die im Innern des Darms leben. Man wußte, daß der Mensch einen Bandwurm nicht verschluckte, daß der betreffende Mensch auch früher keinen Bandwurm gehabt hatte, plötzlich aber hatte er ihn. Er mußte sich also aus nichts in seinem Darm gebildet haben. Und diese Anschauung hielt wirklich sehr lange Zeit vor. Den ersten Stoß erhielt sie, als der italienische Naturforscher Redi die Entdeckung machte, daß die sogenannten Fleischwürmer, die plötzlich in faulendem Fleisch auftreten und die nach der Meinung der Zeit sich aus dem Fleisch durch Urzeugung bildeten, nichts anderes sind, als die Larven gewisser Fliegen. Sie entwickeln sich nur, wenn diese Fliegen Gelegenheit haben, ihre Eier ins Fleisch hineinzulegen und wandeln sich dann später wieder in Fliegen um.

Damit war der Urzeugungslehre ein Stoß versetzt, von dem sie sich nicht wieder erholte. Zahlreiche Entdeckungen folgten, insbesondere die erwähnten Eingeweidewürmer betreffend, indem man fand, daß diese sich nur aus Eiern oder bestimmten Keimen entwickeln konnten, die vorher durch den Mund in den Darm des Menschen kamen. Endgültig aber wurde erst im vergangenen Jahrhundert das Bestehen einer Urzeugung widerlegt. Bis dahin tauchte sie für die niedersten Lebewesen noch immer, sogar in der wissenschaftlichen Welt auf. Es sei vielleicht ein solches Experiment zur einwandfreien Widerlegung der Urzeugungslehre kurz wiedergegeben, das der englische Physiker Tyndall anstellte, und das besonders einleuchtend erscheint. Er nahm eine Anzahl

Digitized by Google

Flaschen, füllte sie mit Abkochungen von 54 verschiedenen Substanzen, wie Fleisch, Stroh usw., erhitzte sie auf über 100° C — bei welcher Temperatur kein Lebewesen dauernd bestehen kann — und war so sicher, daß nichts Lebendes mehr in seinen Flaschen vorhanden war. Dann schmolz er die Flaschen zu, kühlte sie langsam ab und reiste mit ihnen in die Schweiz. Unterwegs zerbrachen ihm 6 Flaschen und als er den Inhalt dieser ansah, fand er etwas ganz Merkwürdiges: alle Abkochungen enthielten trotz des Erhitzens eine Unmenge lebender Organismen. Die übrigen Flaschen teilte er nun in 2 Teile ein. Mit der einen Hälfte ging er auf einen großen Gletscher und schlug ihnen hier die Hälse ab und ließ sie mehrere Wochen in der reinen Gletscherluft stehen. Die anderen Flaschen brachte er auf den Heuboden eines Hauses und öffnete sie ebenfalls. Einige Zeit hernach untersuchte er dann alle Flaschen. Diejenigen, welche auf dem Heuboden gestanden hatten und die die unterwegs zerbrochen waren, waren angefüllt mit allem möglichen Lebenden, während in den Flaschen, die auf dem Gletscher in der reinen keimfreien Gletscherluft gestanden hatten, sich keine Spur von Leben fand. Dieser Versuch besagt, daß nur in unreiner Luft die Entwicklung von Tieren in solchen Abkochungen möglich ist.

Die Frage, woher nun diese Lebewesen hineingekommen waren, wurde durch den französischen Forscher Pasteur endgültig gelöst. Pasteur unterzog sich der ungeheuren Mühe, den Staub der Luft zu sammeln und zu untersuchen; er baute sich ganz besondere Apparate und Einrichtungen, mit denen er den Staub aus den Zimmern und Sälen auffaugte. Diesen untersuchte er mikroskopisch und fand, daß eine Unmenge solcher Keime vorhanden waren, die geeignet waren, unter günstige Bedingungen gebracht, nämlich in feuchte Umgebung, kleinen Lebewesen den Ursprung wiederzugeben. Er hatte ferner Gelegenheit, einen Keller zu untersuchen, der seit vielen Jahrzehnten nicht mehr betreten worden war. Infolgedessen hatte sich aller Staub an die Wände angesetzt und die Luft war vollständig staubfrei. Mit besonderen Vorsichtsmaßregeln schlug Pasteur nun den Keller an und sammelte von der Luft aus dem Raume. Und in der Tat war die Luft vollständig keimfrei. Er konnte sie mit Abkochungen in Berührung bringen, niemals entwickelte sich irgend etwas Lebendiges. Also damit war für die wissenschaftliche Welt die Frage der Möglichkeit einer jetzt bestehenden Urzeugung vollständig erledigt und

Digitized by Google

nachgewiesen, daß, wenn sich irgendwo plötzlich Lebewesen zeigten, wo vorher keine waren, sie aus den Keimen entstanden waren, die überall im Staub der Luft enthalten sind, über deren Herkunft wir später Näheres hören werden.

Es ist bekannt, daß die Zoologen und Botaniker im Laufe des vergangenen Jahrhunderts besonders im Anschluß an Darwins Werk zur Überzeugung gekommen sind, daß die Tierwelt, wie sie jetzt auf unserer Erde lebt, nicht auf einmal durch irgend einen plötzlichen schöpferischen Akt auf die Erde gelangt sei, sondern daß sie sich ganz allmählich während der Millionen Jahre, die die Erde zu ihrer Entwicklung brauchte, entwickelt hat, daß die Tiere höheren Baues sich allmählich aus Tieren von einfachem Bau hervorgebildet haben und diese von immer wieder einfacheren bis zu den einfachsten herab, den Urtieren. Und daraus ergibt sich die Frage: wie kamen die allereinfachst gebauten Tiere, die voraussichtlich ja auch mikroskopisch klein gewesen sein werden, auf die Erde? Eine gewiß berechtigte Frage! Bleiben wir konsequent, so müssen wir natürlich auch hier jede übernatürliche Ursache ausschließen, und so bleibt nur die Annahme übrig, daß die einfachsten Lebewesen oder die einfachste organisierte Substanz sich aus lebloser, aus anorganischer Materie gebildet hat, d. h. daß die erste Entstehung von Lebewesen durch Urzeugung geschehen ist. Wir sehen also auf der einen Seite die Unmöglichkeit, eine jetzt noch bestehende Urzeugung nachzuweisen, andererseits den logischen Zwang, für die erste Entstehung des Lebens auf der Erde die Urzeugung anzunehmen. Wie sollen wir aus diesem Zwiespalt herauskommen?

Das ist eine gar nicht leicht zu beantwortende Frage. Bekanntlich war die Erde vor unendlich langer Zeit ehe ihre Oberfläche zu einer der jetzigen ähnlichen Gestalt erstarrte, ein feurig flüssiger Ball, ein glühender Körper, auf dem Leben nicht bestehen konnte. Nach dem Abkühlen der Erde aber fanden sich, wie die Versteinerungen lehren, Lebewesen vor. Wie waren sie auf die Erde gekommen? Nehmen wir an, daß das Leben sich aus Leblosem entwickelt hat, daß Urzeugung stattfand, so bietet uns eine solche Annahme für die chemischen Substanzen, die den Körper aufbauen, keine Schwierigkeit. Die Chemie hat im vergangenen Jahrhundert so unendlich viele chemische Verbindungen dargestellt, von denen man früher glaubte, daß nur lebende Organismen imstande seien, sie zu bilden, — Wöhlers berühmte

Digitized by Google

Darstellung des Harnstoffs bildete ja den Ausgangspunkt, — daß auch Aussicht vorhanden ist, daß in nicht zu ferner Zeit es möglich sein wird, aus ihren einzelnen Bestandteilen auch die Eiweißkörper darstellen zu können, jene hochkomplizierten chemischen Verbindungen, aus denen die Organismen vorzugsweise ihren Leib aufbauen. Damit ist aber noch lange nicht die Entstehung von Lebendem aus Leblosem nachgewiesen. Denn zwischen einer Gruppe der kompliziertesten Eiweißkörper und einem lebenden Organismus ist noch ein gewaltiger Unterschied.

Man hat versucht, diese schwere Lücke durch eine Annahme zu überbrücken, indem man sich sagte, auf der Erde konnte zwar Leben nicht bestanden haben, es konnte aber auf einem anderen Weltkörper, auf dem Mars oder Jupiter oder sonst wo schon früher vorhanden sein. Und von ihnen konnten kleine lebende Teilchen, sicher gegen Zerstörung im Innern von Meteoren eingeschlossen, durch den Weltenraum fliegend, auf die Erde gelangen und hier neuem Leben den Ursprung geben. Es ist dies an und für sich gar nicht so unmöglich, da die Meteore, die beim Eintritt in die Erdatmosphäre durch Reibung ins Glühen geraten, im Innern trotzdem kalt bleiben. Es ist aber klar, daß damit die Frage nur um eine Station weiter geschoben wird, denn jetzt müssen wir fragen, wie kam das Leben auf jenen Himmelskörper? Ist es vielleicht dort unter anderen geeigneteren Bedingungen aus Leblosem entstanden oder ist es vielleicht überhaupt von Ewigkeit an in der Welt? Wir kommen also so um die Schwierigkeit nicht herum. Wir sehen, daß wir für die erste Entstehung des Lebens auf der Erde, wenn wir bei natürlichen Ursachen bleiben, was der Naturforscher muß, eine Urzeugung annehmen müssen, daß wir uns aber weder vorstellen können, wie sie vor sich ging, noch sie nachmachen können. Aber es hat ja auch noch niemand ein Atom gesehen und doch beruht auf der Annahme ihrer Existenz die ganze wissenschaftliche Physik und Chemie. Es gibt ja auch Forscher, welche annehmen, daß vielleicht jetzt noch auf dem Grund des Ozeans die geeigneten Bedingungen zur Urzeugung vorhanden sind, die dort immerfort stattfindet. Beweisen wird sich das aber wohl nie lassen. Damit wollen wir diese Frage verlassen und uns lieber Problemen zuwenden, deren Lösung mehr im Bereich der Möglichkeit liegt und uns fruchtbarere Aufgaben an die Hand gibt.

Digitized by Google

Es war oben davon die Rede, daß unsere Kenntnis der mikroskopischen Tierformen seit ihrem Bekanntwerden so außerordentlich angewachsen ist und da lohnt es sich gewiß, ein wenig darauf einzugehen, wie man diese mit bloßem Auge gar nicht oder kaum sichtbaren Tiere auffinden und zur Untersuchung bringen kann. Eine Methode, sie zu erhalten, haben wir schon kennen gelernt, Leeuwenhoeks Aufgüsse. Sie ist auch jetzt noch jedem zu empfehlen, der sich in kurzer Zeit eine große Menge solcher Organismen beschaffen will. Will man aber in ihre Vielgestaltigkeit einen Einblick erlangen, so muß man zu anderen Mitteln greifen. Da gehe man z. B. hinaus an unsere Sümpfe, stehenden Gewässer und Teiche und nehme von dem Schlamm, der den Boden bedeckt, ein Gläschen mit nach Hause. Besonders reiche Beute wird man finden, wenn man den Mulder aus verfaulenden Blättern ausdrückt, wenn man morsche Äste, die im Wasser liegen, und auch alle Wasserpflanzen in seine Gläschen ausschüttelt. Wir brauchen dann unsere Beute nur ein paar Tage offen stehen zu lassen, um dann in einer Probe, die wir vom Grund oder vom Rand des Glases oder von den Wasserpflanzen nehmen, eine Menge der verschiedenartigsten Organismen zu finden. Man kann diese mit kleinen Glasröhrchen, sog. Pipetten, leicht herausfangen, auf kleine Glasplatten (Objektträger) bringen, sie mit einem sehr dünnen Gläschen (Deckgläschen) bedecken, nachdem man ein Haar dazwischenlegte, damit sie nicht zerquetscht werden und nun untersuchen. Will man sich von einer bestimmten Art recht viele verschaffen, so bringt man sie in ein Schälchen mit Wasser und füttert sie hier mit ihrer Lieblingsnahrung, die die Erfahrung lehrt (das ist oft Salat oder andere kleine Tiere), und wird nun bald sehen, daß sie sich ungeheuer vermehren. Beobachten wir unsere Beute jetzt unter dem Mikroskop, so können wir gar manches von ihrem feineren Bau erkennen. Vieles aber bleibt uns, auch wenn wir die stärksten Vergrößerungen des Mikroskops anwenden, verborgen und zwar deshalb, weil die zarten Geschöpfe so durchsichtig sind, daß wir ihre einzelnen Bestandteile nicht voneinander scheiden können. Man weiß sich in diesem Falle zu helfen, indem man die Tiere färbt, d. h. mit bestimmten Farbstoffen durchtränkt, die die Eigenschaft haben, an den verschiedenen Bestandteilen jenes Körpers verschieden festzuhaften, und sie so durch ihre dunklere oder hellere Färbung sichtbar zu machen. Man hat eine ganze komplizierte Färbetechnik auf diese Weise

Digitized by Google

ausgebildet, deren geschickte Anwendung eine wesentliche Vorbedingung selbständiger mikroskopischer Forschung darstellt.

Ist der Bau eines Tieres aber sehr kompliziert, indem mannigfache Teile sich durcheinanderschieben, deren Entwirrung Schwierigkeiten bereitet, so muß man einen anderen Kunstgriff anwenden, um in ihren Bau eindringen zu können. Man hat besondere Maschinen konstruiert, Mikrotome, die es ermöglichen, das kleinste Objekt nach Durchtränkung mit einer festen Masse wie Paraffin in Scheibchen von bis $^1/_{1000}$ Millimeter zu zerschneiden. Aus dem Bild dieser feinsten Schnitte kann man sich dann leicht den Aufbau des ganzen Tieres wieder im Geiste oder einem Modell zusammensetzen.

Auf die oben besprochene Weise hatten wir die Tiere erbeutet, die im Schlamm, im Mulder oder auf Wasserpflanzen leben. Sehr viele mikroskopische Organismen, und das gilt besonders für die im Meer lebenden, halten sich jedoch nicht am Grunde auf, sondern schweben frei im Wasser. Um sie zu erhalten, muß man das Wasser durch ein sehr feines Netz durchsieben. Dazu benutzt man Netze, die aus der außerordentlich feinen Müllergaze gefertigt sind. Sie werden vom Boot aus durch das Wasser gezogen und sieben nun die ganze durchfurchte Wassersäule durch. Das Wasser läuft durch die Poren ab und die darin enthaltenen Tierchen sammeln sich in einem in das Netz eingebundenen Becher schließlich als ein dicker Brei an. Solchen Netzen, denen man die verschiedensten sinnreichen Konstruktionen gegeben hat, und die man auf den großen zoologischen Expeditionen in riesenhaften Dimensionen anwandte, verdanken wir vor allem die reiche Kenntnis der Formenfülle der mikroskopischen Lebewelt des Meeres.

Es gibt aber Tiere, die auch solcher Einrichtungen spotten, die so unendlich klein sind, daß sie durch die Maschen dieser Netze immer noch hindurchgehen. Die Mittel, sie zu fangen, sind verschiedenartig. Eines möchte ich nur anführen, weil es auf einer sehr hübschen Idee eines deutschen Gelehrten, Lohmann, beruht. Dieser verschaffte sich Hilfsarbeiter in Gestalt von ebenfalls sehr kleinen Tieren, die im Meer leben. Diese Tiere, die Appendicularien, haben etwa das Aussehen einer Kaulquappe, ein dicker Körper, dem ein langer flacher Schwanz ansitzt, durch dessen Schläge sie im Meer umherschwimmen. Sie haben nun die eigentümliche Fähigkeit, sich Gehäuse bauen zu können, etwa wie

Digitized by Google

Schnecken Gehäuse bauen, aber von ganz anderer Art. Sie sind nicht aus festem Material gebildet, wie die Schneckenschalen, sondern aus einer ganz weichen, vollständig durchsichtigen Gallerte. Die Form dieses Gehäuses geht aus nebenstehender Abbildung (Fig. 1) hervor.

Am birnförmigen Körper schweben zwei lange Fäden und im Innern des Gehäuses sitzt das kleine Tier und erzeugt durch schlagende Bewegungen seines Schwanzes einen Wasserstrom. Eine Öffnung, die aus dem Gehäuse nach außen führt, ist nun durch ausgespannte Fäden zu einer mikroskopischen Reuse umgewandelt, mit der das Tierchen das Meerwasser durchsiebt, um sich von den zurückbleibenden kleinen Organismen zu ernähren. Durch Untersuchung des durchgesiebten Inhaltes dieser Gehäuse gelang es, darin Organismen aufzufinden, deren man auf andere Weise noch nicht hatte habhaft werden können.

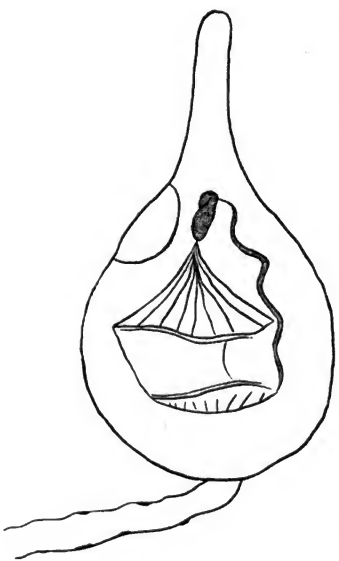


Fig. 1. Appendicularien gehäuse. Das Tier im Gehäuse schraffiert. (Nach Lohmann.)

Zum Schluß dieses Kapitels müssen wir uns noch die Frage vorlegen, ob für unsere Hilfsmittel die Möglichkeit, allerkleinste Dinge sichtbar zu machen, eine unbegrenzte ist. Diese Frage ist zu verneinen, auch für das mikroskopische Sehen gibt es eine untere Grenze. Man hat ausgerechnet, daß sie bei etwa $^1/_{5000}$ mm liegt, sie wird aber auch noch niedriger angegeben. In neuester Zeit hat man aber diese Grenze auch noch um ein Bedeutendes überschritten, indem man das Mikroskop mit einem neu konstruierten Apparat zu dem sogenannten Ultramikroskop vereinigte. Das Prinzip, auf dem dies beruht, ist den Physikern schon lange bekannt.

Digitized by Google

Befindet man sich in einem wenig hell erleuchteten Zimmer, so vermag man in der Luft im allgemeinen nichts wahrzunehmen. Nun fällt durch eine kleine Öffnung ein Sonnenstrahl herein, und sogleich sieht man überall, wo der Sonnenstrahl hinfällt, winzig kleine Stäubchen. Diese sind nicht etwa in die Richtung des Sonnenstrahls gewandert, sie waren vorher auch schon am gleichen Platz vorhanden; es ist ihnen nur durch die helle Beleuchtung soviel Licht gegeben worden, daß sie selbstleuchtend geworden sind und dadurch auf einmal sichtbar werden. Diese einfache Tatsache hat man benutzt und hat solche winzig kleine Körperchen, deren Vorhandensein man noch annehmen konnte, durch außerordentlich helles Licht, das einer elektrischen Bogenlampe, das durch einen Spalt einfällt, beleuchtet, so daß sie selbstleuchtend wurden und nunmehr im Mikroskop, da wo vorher nichts sichtbar war, als leuchtende Punkte erschienen. Mit diesem Ultramikroskop kann man nun Körper, also auch Organismen, die viele tausend mal kleiner sind, als bisher die untere Grenze betrug, sichtbar machen. Schließlich sind wir sogar imstande, Lebewesen in ihrem Bestehen nachzuweisen, sogar ihre Größe annähernd festzustellen, die wir durch kein Hilfsmittel zur Anschauung zu bringen vermögen. Es ist dies besonders bei Lebewesen der Fall, die Krankheiten erzeugen. Man kann aus ganz bestimmten Gründen den Schluß ziehen, diese oder jene Krankheit kann nur von lebenden Organismen, von wirklichen Lebewesen erzeugt worden sein. Wir können aber nichts von diesen Lebewesen mit unseren besten mikroskopischen Hilfsmitteln sehen. In einer von einem kranken Tier erhaltenen Flüssigkeit weisen wir ihr Vorhandensein dadurch nach, daß wir ein anderes Tier damit impfen. Bekommt es die gleiche Krankheit, so waren die krankheitserregenden Organismen in der Flüssigkeit enthalten.

Nun hat man Filter konstruiert von außerordentlicher Feinheit, Tonzellen, Tonzylinder aus feinem porösen Ton, deren Porenweite man berechnen kann. Durch diese Tonzylinder preßt man die Flüssigkeit hindurch und sieht, ob die durchgepreßte Flüssigkeit die Fähigkeit hat, die betreffende Krankheit zu erregen. Hat sie dieselbe noch, dann waren die Keime so klein, daß sie durch diese Poren hindurchgegangen sind, ist sie aber dazu nicht mehr imstande, dann waren eben die Lebewesen größer als die Poren, wenn sie auch immer noch so klein sind, daß man sie mit dem Mikroskop nicht mehr nachweisen kann. In letzterem Falle kann man natürlich

Digitized by Google

mit dem im Filter zurückgebliebenen Material wieder die Krankheit hervorrufen.

Und nunmehr wollen wir zusehen, was uns diese Hilfsmittel vom Bau und Leben der mikroskopischen Tiere enthüllt haben.

---

2. Die Urtiere oder Protozoen.

Die Zellenlehre, Lebensgeschichte einer Amöbe.

Wenn wir uns nunmehr einer näheren Betrachtung der Tierwelt des Mikroskops zuwenden wollen, so sei gleich von Anfang an betont, daß „die Tierwelt des Mikroskops" nicht ein einheitlicher zoologischer Begriff ist. Man hat ja bekanntlich alle Tiere wie Pflanzen in eine gewisse Ordnung gebracht, ein System, indem man immer die Tiere, die durch Ähnlichkeiten im Bau zusammen zu gehören scheinen, zu Gruppen vereinigt, diese wieder zu höheren Gruppen, so daß das Gebäude des natürlichen Systems zustande kommt, das die Tiere in Stämme, Ordnungen, Klassen, Familien, schließlich Gattungen und Arten einteilt. Die mikroskopische Tierwelt bildet aber nicht eine solche Gruppe, wie die erwähnten. In ihr finden sich vielmehr alle möglichen Tiergruppen vertreten, Würmer, Krebse und Urtierchen, die alle nur die sehr geringe Größe des Einzelindividuums gemeinsam haben. Und von diesen Tiergruppen wollen wir hier nur die der Urtierchen oder Protozoen herausgreifen und einer näheren Betrachtung unterziehen. Sie sind es, die die mikroskopische Lebewelt vor allem charakterisieren, an die man vor allem denkt, wenn man von mikroskopischen Tieren spricht und die sowohl durch die Mannigfaltigkeit ihrer Formen als auch durch die Eigenart ihrer Lebenserscheinungen das Interesse eines jeden Naturfreundes in besonders hohem Maße beanspruchen.

Da fordert nun schon gleich der Name Protozoen oder Urtiere eine Erklärung, denn das Wort Urtierchen, ursprüngliche Tiere, besagt ja bereits einen Vergleich mit anderen Tieren, stellt jene Tiere anderen als ursprünglicher gegenüber. Was gibt uns nun das Recht, sie als ursprünglich zu bezeichnen? Es ist die bereits erwähnte Annahme, daß die Tiere sich im Laufe der Zeit aus einfachen Anfängen entwickelt haben und die niederste Stufe dieser Reihe stellen nach allem was wir wissen die Protozoen

Digitized by Google

dar. Die Begründung dazu wird durch eine Erkenntnis gegeben, die im Beginn des zweiten Drittels des vorigen Jahrhunderts gefaßt wurde und alsbald ihren Siegeszug durch die ganze Welt antrat, zur Grundlage der Wissenschaft vom Bau der Tiere und Pflanzen wurde. Es ist die Zellenlehre, welche besagt, daß alle Tiere und Pflanzen in letzter Linie aus ihrem Wesen nach gleichartigen Bausteinen, den Zellen zusammengesetzt sind. Betrachtet man einen modernen Backsteinbau, z. B. eine Kaserne, so zeigt sie Säulen und Zinnen, Fensterbögen und Tore, kurz alle möglichen Bestandteile eines Hauses, die als solche eine gewisse Einheit darstellen; und trotzdem erkennt man bei näherem Zusehen, daß sie alle aus einzelnen Backsteinen aufgebaut sind, daß man jeden Bogen, jede Zinne, jeden Pfeiler usw. in eine ganze Anzahl von gleichartigen Backsteinen zerlegen kann, aus denen sie zusammengesetzt wurden. Gerade so geht es mit der Lebewelt, mit den Tieren und Pflanzen; auch sie bieten in ihrem Bau alle möglichen Einheiten dar, die zunächst als unzerlegbar erscheinen, wie Haut, Haare, Muskelfleisch, Nerven, Knochen, Knorpel. Und doch wenn wir alle diese Dinge mit dem Mikroskop untersuchen, so finden wir sie alle aus solchen einfachen Bausteinen zusammengesetzt, die im Prinzip alle gleichartig beschaffen sind, Bausteine, die wir als Zellen bezeichnen. Der Name Zelle könnte leicht eine falsche Vorstellung erwecken, stammt er doch aus einer Zeit, in der man noch von der wirklichen Zelle nichts wußte, nur die feste Haut kannte, die die Pflanzenzelle umgibt und sie wie in ein Kästchen einschließt. Man hat den Namen aber beibehalten, als man erfuhr, daß nicht die Hülle, das Kästchen (cellula) sondern der Inhalt das Wesentliche ist. Der Name wurde auch beibehalten, als man die tierischen Zellen untersuchte und sah, daß ihre Form durchaus nicht immer die eines Kästchens ist, daß sie vielmehr wechselte je nach der höheren Einheit, dem Gewebe wie wir das nennen, das sie zusammensetzen: daß also z. B. die Muskelzellen, die in ihrer Gesamtheit das Muskelgewebe bilden, eine andere Form haben als Hautzellen, die das Hautgewebe zusammensetzen, oder als Nervenzellen, die die Grundlage des Nervengewebes bilden. Trotz ihrer verschiedenen Form werden wir sie aber doch stets sogleich als Zellen erkennen, wenn wir sie einer näheren Betrachtung unterziehen.

Wir können nämlich an jeder Zelle zwei verschiedene Bestandteile unterscheiden, einen, den wir als Zelleib bezeichnen und

Digitized by Google

einen andern, den Zellkern. Man stelle sich eine Masse von weicher, halbflüssiger Beschaffenheit vor, ein Klümpchen schleimartiger Substanz, so ist das der Zelleib. In ihm befindet sich ein Kügelchen eingeschlossen, ein Bläschen, welches von einer festeren Haut umgeben ist und in seinem Innern eine Flüssigkeit enthält, in der verschiedene kleine Körperchen schwimmen, der Zellkern. Und diesen Aufbau aus Zelleib und Kern finden wir bei all den ebengenannten Zellen wieder, welches ihre Form auch sein mag.

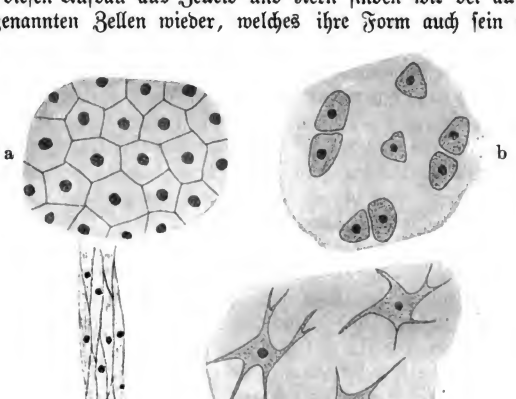


Fig. 2. Zusammensetzung verschiedener Gewebe aus Zellen (halbschematisch).
a Hautgewebe. b Knorpel. c Muskel. d Füllgewebe.

Als Beispiel diene Fig. 2, die nebeneinander zeigt Hautgewebe, Knorpel, Muskel- und Füllgewebe. Allerdings ist es nicht nur die Form der Zelle, die sich in den verschiedenen Geweben unterscheidet, auch in ihrem weiteren Aufbau gibt es vielmehr Verschiedenheiten. Die Zellsubstanz hat nämlich die merkwürdige bildnerische Fähigkeit, je nach der Pflicht, die sie zu erfüllen hat, besondere Teile zu bilden. Wenn Zellen dazu dienen sollen, sich zusammenzuziehen, um andere Teile zu bewegen, also Muskelzellen darstellen, so scheiden sie besondere Fädchen aus, denen

Digitized by Google

diese Fähigkeit zukommt, Muskelfibrillen (Fig. 2). Oder sollen die Zellen eine feste Stützmasse bilden, wie die Knorpelzellen, so scheiden sie eine feste Masse aus, die Knorpelgrundsubstanz (Fig. 2) und so erfahren alle Zellen entsprechend ihrer Funktion charakteristische Umbildungen, die sie gerade zu ihrer spezifischen Funktion befähigen, ohne sie aber in ihrem Wesen als Zelle zu verändern. Es zeigt sich unter den einzelnen Zellen eines Organismus auf diese Weise das, was wir als Arbeitsteilung bezeichnen, das Prinzip, daß die verschiedenen Pflichten, die von einem lebenden Wesen in der Natur zu erfüllen sind, auf verschiedene Teile abgewälzt werden, so daß ein jeder einzelne Teil eine besondere Pflicht übernimmt. Wie im Staate der eine Holz spaltet, der andere das Vaterland verteidigt, der dritte Maschinen baut, so übernimmt im Zellenstaate, den der lebende Organismus ja darstellt, die eine Zellgruppe den Körper zu ernähren, die andere ihn zu bewegen die dritte ihn zu stützen usw.

Nehmen wir nun dieses Prinzip der Arbeitsteilung zusammen mit dem andern oben erwähnten, mit der Wahrscheinlichkeit, daß die höher organisierten Tiere von einfacheren, niederen abstammen, so kommen wir zur Erkenntnis, daß die höhere Organisation auf höherer Arbeitsteilung innerhalb des Zellenstaates beruht, eine Tatsache, die sich auch mit Leichtigkeit beweisen läßt. Nehmen wir nun die Sache umgekehrt! Wenn wir von hochorganisierten Tieren allmählich hinabsteigen zu niederen, so sehen wir, daß die Arbeitsteilung eine immer geringere ist, daß die Pflichten, die beim höher organisierten Tier auf viele verschiedene Zellarten verteilt waren, beim niederen von immer weniger Zellgruppen erfüllt werden, so daß wir schließlich zu Formen kommen müssen, bei welchen diese Pflichten nur von ganz wenigen Zellschichten, Zellagen besorgt werden. Während gewöhnlich den Schutz des Körpers die Hautzellen bewirken, die Bewegungen aber durch die Muskelzellen ausgeführt werden, werden wir Organismen auffinden, bei denen ein und dieselbe Zellage sowohl die Haut zusammensetzt, als auch die Muskeln liefert und so der Bewegung vorsteht. Und so müssen wir, wenn wir folgerichtig weitergehen, schließlich zu Lebewesen kommen, bei denen alle Funktionen, die der Organismus zu erfüllen hat, in einer einzigen Zelle lokalisiert sind. Und auch auf anderem Wege müssen wir zu dem gleichen Resultat gelangen. Man hat ein Gesetz festgestellt, das sogenannte biogenetische Grundgesetz, welches besagt, daß ein jedes Tier in seiner

Digitized by Google

individuellen Entwicklung, also in der Entwicklung, die z. B. das Säugetier im Mutterleib durchmacht, alle Mittelstufen durchläuft, die den Stufen ungefähr ähnlich sind, welche dasselbe Tier im Laufe der Stammesgeschichte, im Laufe der Entwicklung in den verschiedenen Erdperioden durchgemacht hat, so daß z. B. ein Säugetier, während seiner Entwicklung einmal die Entwicklungsstufe des Fisches durchläuft, da alle höheren Wirbeltiere, zu denen die Säugetiere gehören, von fischähnlichen Vorfahren abstammen. Wenn wir so rückwärts gehen, finden wir, daß jedes tierische Leben von einer Eizelle seinen Ausgang nimmt. Dieses Ei, eine einfache Kugel teilt sich, wenn die Entwicklung beginnt, in zwei Halbkugeln, diese teilen sich wieder zu vier, diese wieder zu acht und schließlich haben wir einen ganzen Haufen solcher Kugeln. Und an diesen vollziehen sich alle jene Prozesse — was wir wieder als Arbeitsteilung bezeichnen müssen — die schließlich zur Ausbildung eines ganzen Tieres führen. Nun hat man durch mikroskopische Untersuchung erwiesen, daß jedes Ei eine einzige Zelle darstellt; ganz gleichgültig, ob es ein winzig kleines Ei, wie die Eier der Säugetiere und des Menschen, ist, so klein, daß man es nur mit dem Mikroskop sehen kann, oder ob es das riesengroße Ei des Straußes ist, jedes ist nur eine einzige Zelle. Wenden wir nun auf diese Tatsachen das biogenetische Grundgesetz an, so können wir daraus mit großer Wahrscheinlichkeit den Schluß ziehen, daß die Entwicklung der Tiere während der verschiedenen Erdperioden von Tieren ausgegangen sein muß, die dem Formwert eines Eies entsprechen, also eine einzige Zelle darstellten. Nun haben die in der Einleitung genannten Forscher in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts festgestellt, daß der ganze Körper der Protozoen nur eine einzige Zelle darstellt, und nun verstehen wir, weshalb wir sie als Urtierchen, als ursprüngliche Tierchen bezeichnen, müssen wir sie doch als Ausgangspunkt für die Entwicklung der ganzen übrigen Tierwelt betrachten.

Wir wollen uns nun einmal ein solches Protozoon vornehmen und es durch sein Leben hindurch verfolgen, um bei dieser Gelegenheit zu sehen, wie innerhalb eines so scheinbar einfachen Körpers sich bereits alle die verwickelten Vorgänge abspielen, welche wir als Leben bezeichnen. Wir wählen dazu den Organismus, der allgemein als der Inbegriff der Einfachheit angesehen wird: die berühmte Amöbe, oder wie dies auf Deutsch heißt, das Wechseltierchen.

Digitized by Google

Seinen Namen führt dieses Tier daher, daß seine äußere Körpergestalt keine feste, bestimmte ist, wie bei anderen uns bekannten Tieren, sondern immer wechselt und in der mannigfachsten Form erscheint. Fig. 3 zeigt eine solche Amöbe, die in verschiedenen Momenten ihres Lebens gezeichnet wurde und immer wieder eine andere Form angenommen hatte.

Dieses einfachste Urtierchen lebt im Schlamm der Gewässer und läßt sich leicht herausfangen und näher betrachten, und wenn man geeignete Hilfsmittel anwendet, so wird man bald erkennen,

Fig. 3. Amöbe in verschiedenen Bewegungszuständen. (Nach Verworn.)

daß eine solche Amöbe nur eine einzige Zelle darstellt. Damit ist im wesentlichen auch ihr Bau gegeben: sie besteht aus einem Zelleib oder, wie wir es mit dem griechischen Namen bezeichnen, Protoplasma und einem Zellkern. Der Zelleib ist eine weiche, zähflüssige Substanz, die den in der Figur mit *n* bezeichneten Körper, den Zellkern, einschließt.

Ehe wir nun das Tier in seinen Lebenserscheinungen verfolgen, müssen wir uns die Vorfrage vorlegen: ist diese Zusammensetzung aus Zelleib und Zellkern für das Leben der Amöbe, für das Leben der Zelle, unbedingt erforderlich, kann nicht jedes für sich bestehen? Die Antwort auf eine derartige Frage kann durch keinerlei Überlegungen gefunden werden, sie gibt nur der Versuch, das Experiment, und dies können wir leicht

Digitized by Google

ausführen. Wir nehmen eine solche Amöbe, zerschneiden sie in der Art wie es auf nebenstehender Fig. 4 angegeben ist. Wenn der Schnitt entsprechend der Linie *n—n* geführt wird, bekommen wir einen Teil, der keinen Kern enthält und einen Teil, welcher den Kern enthält. Nun können wir zusehen, wie beide Teile sich verhalten und werden beobachten, daß der Teil, der den Kern enthält, am Leben bleibt und sich weiterhin benimmt als ob gar

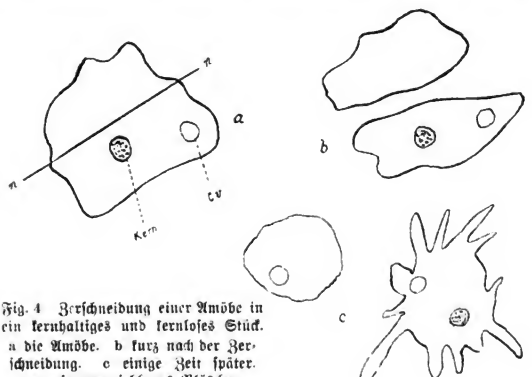


Fig. 4 Zerschneidung einer Amöbe in ein kernhaltiges und kernloses Stück. a die Amöbe. b kurz nach der Zerschneidung. c einige Zeit später. c v zusammenziehbares Bläschen.

nichts geschehen wäre, während der andere Teil ohne Kern zwar noch eine Zeitlang überlebt und herumkriecht, schließlich aber abstirbt. Der Kern ist also für das Leben des Tieres unbedingt erforderlich. Eine Zelle ohne Kern kann nicht existieren.

Beobachten wir nunmehr eine Amöbe im Mikroskop, so sehen wir, daß sie nicht still liegt, sondern daß sie sich bewegt und damit treffen wir hier auf den ersten und elementarsten Lebensvorgang, die Bewegung. Wir sehen plötzlich, wie an der Oberfläche des Tieres ein Teil sich vorwölbt. Dieser stumpfe Lappen beginnt sich nun vorwärts zu schieben, wir sehen, wie er immer weiter vorgestoßen wird und schließlich einen langen fingerförmigen Fortsatz bildet. Dieser Fortsatz wird dadurch hervorgerufen, daß die ganze Leibessubstanz der Amöbe in dieser Richtung vorwärts strömt. Wir können dies erkennen, wenn wir die kleinen Körnchen ins Auge fassen, die sich im ganzen Körper der Amöbe in dem Protoplasma zerstreut vorfinden. Tun wir dies,

Digitized by Google

so sehen wir, wie sie in der Mitte vorwärts strömen, sich vorne in zwei Ströme teilen, wie ein Springbrunnen, und dann am Rande wieder zurückfließen.

Wir bezeichnen diese Lappen als Scheinfüßchen oder Pseudopodien, Füßchen, weil das Tier sich damit vorwärts bewegt, Scheinfüßchen, weil es keine dauernden Gebilde sind, sondern wieder eingezogen werden können. Diese Art der Bewegung ist die einfachste und primitivste Form, und auf ihr beruht somit auch die Wechselgestalt der Amöben. Man bezeichnet nach ihnen dieses fließende Rollen auf einer Unterlage vermittels Ausstrecken von Pseudopodien auch als amöboide Bewegung.

Wir haben die Bewegung als die elementarste Eigenschaft alles Lebenden bezeichnet. Damit schließt sie aber auch gleich all das Geheimnisvolle in sich ein, was uns das Leben bietet und uns nicht ruhen läßt, immer wieder zu versuchen, den Schleier davon zu lüften. Früher glaubte man diese Eigenschaft käme einzig und allein dem Tierreich zu; es zeigte sich aber, daß alle Pflanzen eine solche Bewegung ebenfalls zeigen oder zeigen können. Sie ist aber nur unter geeigneten Umständen zu sehen, da sie nicht den gewöhnlichen Effekt einer Bewegung, eine Ortsveränderung zu bewirken vermag. Es ist vielmehr nur ein Strömen des Protoplasmas innerhalb der bei den Pflanzen den Zelleib umhüllenden kästchenartigen Zellhaut. Es ist klar, daß man versucht hat, diese merkwürdige Eigenschaft des lebenden Protoplasmas, sich aus sich selbst heraus zu bewegen, zu erklären, d. h. auf andere bekannte Gesetzmäßigkeiten der unbelebten Welt, auf physikalische und chemische Prozesse zurückzuführen. Wenn wir von diesem idealen Ziele auch noch weit entfernt sind, so ist es doch immerhin gelungen, die Möglichkeit aufzuzeigen, für die Erklärung der amöboiden Bewegung mit einfachen physikalisch-chemischen Ursachen auszukommen. Derartige Feststellungen sind deshalb so bemerkenswert, weil in neuerer Zeit wieder, wie vor 100 Jahren, Forscher aufgetreten sind, welche annehmen, daß eine restlose Erklärung der Vorgänge in der belebten Welt mit Hilfe der aus der unbelebten Welt bekannten Gesetzmäßigkeiten, den Gesetzen der Physik und Chemie nicht möglich sei. Es komme für die belebten Wesen vielmehr noch etwas unbekanntes hinzu, was man früher als die geheimnisvolle „Lebenskraft" bezeichnete, jetzt zwar anders nennt, aber damit ebenso mystische Vorstellungen verknüpft.

Man hat also versucht, solche Amöben künstlich nachzuahmen.

Digitized by Google

Natürlich war es dabei nicht die Absicht und gelang auch nicht, wirkliche künstliche Lebewesen herzustellen. Es ist nur gelungen, Tröpfchen herzustellen von ähnlichem Bau wie das Protoplasma des Amöbenleibes, welche unter geeigneten Bedingungen imstande waren, in genau der gleichen Weise vorwärts zu fließen und vorwärts zu kriechen wie Amöben, wobei wenn man dem Tropfen feine Körperchen beimengte, entsprechend den feinen Körnchen im Protoplasma der Amöbe, diese dieselbe typische Art der Bewegung zeigten, die wir aus den Pseudopodien der Amöben kennen lernten, nämlich das springbrunnenartige Vor- und Rückwärtsströmen. Man kann daraus die Hoffnung ableiten, daß es gelingen wird, — ja manche Forscher glauben sogar, daß es schon gelungen ist — derartige Lebensvorgänge, wie die Bewegung, in gleicher Weise zu erklären, wie wir Vorgänge in der unbelebten Natur, wie das Fallen des Steines, das Aufsteigen des Barometers und ähnliche, erklären können. Eine sehr große Rolle spielt immer bei diesen Erklärungsversuchen der feinere Bau des Protoplasmas; denn dieses hat selbst auch noch einmal eine allerfeinste Struktur, so fein allerdings, daß sie meist erst bei Anwendung der allerstärksten Vergrößerungen sichtbar wird. Es ist ein Bau, wie ihn ein Seifenschaum zeigt, nur daß an Stelle der Seifenlamellen dichteres, zähes Protoplasma zu denken ist und an Stelle der die Seifenblasen erfüllenden Luft eine dünnere wässerigere Flüssigkeit. (Schaumstruktur oder Wabenstruktur des Protoplasmas).

Also unsere Amöbe bewegt sich. Eine jede Bewegung aber erfordert eine Kraft. Man stelle sich eine Dampfmaschine vor. Bei ihr ist eine Bewegnng unmöglich, wenn ihr nicht Kraft, Energie, wie wir das nennen, zugeführt wird. Diese bekommt sie dadurch, daß man im Kessel Wasser erhitzt und zum Verdampfen bringt durch die Hitze, welche ihrerseits durch das Verbrennen der Kohlen erzeugt wird. Genau dasselbe ist bei den Amöben der Fall. Sie müssen, bildlich gesprochen, Kohlen einnehmen und verbrennen. Nur bezeichnen wir beim Tier dieses Einnehmen der Kohlen als Nahrungsaufnahme. Eine Amöbe muß also, um Kraft zu bekommen, fressen. Und das macht sie in außerordentlich einfacher Weise. Man stelle sich vor, die Amöbe kriecht auf der Unterlage dahin und nun begegnet ihr ein anderes kleines Lebewesen, z. B. ein kleiner Wurm. Der Wurm bleibt an der klebrigen Oberfläche der Amöbe hängen, worauf diese ihre

Digitized by Google

Pseudopodien zu beiden Seiten des Opfers aussendet. Sie legen sich um den Wurm herum, fließen allmählich zusammen und da dies gleichzeitig in allen Richtungen des Raumes geschieht, so sehen wir, wie der Wurm in das Innere der Amöbe hineingezogen wird. Hier bleibt er liegen und wird von einer kleinen Flüssigkeitsansammlung umgeben.

Wir vergleichen nun die Nahrungsaufnahme mit der Kohlenaufnahme der Dampfmaschine. Ganz richtig ist dies nicht. Die Dampfmaschine bekommt Kohlen in die Feuerung und sie werden verbrannt, um die die Bewegung auslösende Wärme zu erzeugen. Ein Tier bekommt aber nicht direkt die Kohle. Den gefressenen Wurm können wir nicht direkt mit der Kohle vergleichen, sondern nur mit dem Bergwerk, denn so wie der Wurm vorhanden ist, kann ihn die Amöbe nicht direkt benutzen, um daraus Kraft zu ziehen; sie muß erst aus dem Bergwerk die Kohle gewinnen, aus dem Wurm, den sie nicht direkt zur Erzeugung von Kraft verwenden kann, die Stoffe heraus- und umarbeiten, die dazu geeignet sind. Und dies geschieht durch den Verdauungsprozeß: sie muß das gefressene Tier verdauen. Die Amöbe ist zu dem Behufe wie andere Tiere imstande, eine besondere Flüssigkeit, einen verdauenden Saft, abzuscheiden, Substanzen, welche befähigt sind, die Nahrung für den Körper in ganz bestimmter Weise umzuwandeln, in der Weise, wie dies unsere Verdauungssäfte ja auch tun, so daß nachher die Nahrung direkt in den Körper aufgenommen werden kann. Hier wird dann aus ihr neue Körpersubstanz aufgebaut. Wir bezeichnen diesen Vorgang mit dem lateinischen Wort assimilieren, d. h. sich ähnlich machen. Der Organismus muß die Nahrung der eigenen Leibessubstanz ähnlich machen, nach dem er sie mit Hilfe bestimmter Flüssigkeiten entsprechend umgewandelt, vorbereitet, zugänglich gemacht hat. Erst dann kann er sie dem eigenen Körper einverleiben. Er muß erst aus dem Bergwerk die Kohle gewinnen, aus der er dann Kraft erzeugen kann.

Die Kohle, die die Nahrung der Dampfmaschine darstellt, wird in der Feuerung verbrannt und auch die Amöbe muß die Nahrung verbrennen, um Kraft zu gewinnen. Verbrennen heißt nun nichts anderes als die Substanz, die verbrannt werden soll, eine innige Verbindung eingehen zu lassen mit dem Sauerstoff, jenem gasförmigen Körper, der zu $^1/_5$ unsre atmosphärische Luft zusammensetzt. Wenn die Kohle mit dem Sauerstoff der Luft

Digitized by Google

unter bestimmten Bedingungen in Berührung gebracht wird, dann verbrennt sie. Schließt man den Ofen aber vollständig zu, so daß keine Luft hinzu gelangen kann, also auch kein Sauerstoff, dann kann auch die Kohle nicht verbrennen.

Genau so ist es mit der tierischen Verbrennung. Die Amöbe muß die durch die Verdauung gewonnene und assimilierte Nahrung verbrennen, um die für ihre Lebensäußerungen, wie die Bewegung, notwendige Energie zu erlangen. Dazu braucht sie aber nach dem vorhergehenden den Sauerstoff der Luft. Sie bekommt ihn durch Atmung: auch die Amöbe muß atmen. Höhere Tiere haben dazu besondere Atmungsorgane, die Lungen oder Kiemen; dergleichen findet sich bei der Amöbe natürlich nicht; aber ihr ganzer Körper ist an seiner Oberfläche imstande, den im Wasser gelösten Sauerstoff in sein Inneres aufzunehmen, um ihn hier zur Verbrennung der assimilierten Nahrung zu verwenden. Es gibt freilich auch Amöben, welche dies nicht nötig haben, welche imstande sind, ohne Luft zu leben, z. B. jene, welche im Innern anderer Tiere schmarotzen, welche im Darm derselben leben und niemals mit Luft in Berührung kommen. Sie vermögen sich den Sauerstoff auf andere Weise aus der Substanz ihres Körpers selbst zu bilden.

Und noch weiter können wir den Vergleich mit der Dampfmaschine durchführen; wenn die Feuerung ausgebrannt ist, so zeigt sich, daß die Kohlen nicht vollständig verbrannt wurden, es sind Rückstände übrig geblieben; alles Unverbrannte, die Schlacken, müssen aus dem Ofen entfernt werden, damit er gut weiterbrennen kann. Auch in der Amöbe bleiben nach dem Verbrennungsprozeß unverbrauchte und nicht verwendbare Substanzen übrig, die sie entfernen muß. Dazu besitzt die Amöbe eine besondere Einrichtung, die wenigstens zum Teil diesem Zwecke dient, der Entfernung überflüssiger Schlacken. Wenn wir eine Amöbe eine Zeitlang im Mikroskop betrachten, so sehen wir, meist an einer bestimmten Stelle des Körpers, ein helles Bläschen auftauchen, das sich plötzlich zusammenzieht und wieder verschwunden ist. Nun beginnt es wieder langsam zu erscheinen und wird immer größer, bis es die alte Größe erreicht hat um dann wieder sich zusammen zu ziehen (vgl. Fig. 4 *cv*). Dieses Spiel wiederholt sich in so regelmäßigen Abständen, daß man die Anzahl der Schläge wie beim Puls zählen kann. In Anbetracht dieser Ähnlichkeit bezeichnet man die Bläschen als pulsierende Bläschen

Digitized by Google

oder pulsierende Vakuolen. Man kann nun feststellen, daß jedesmal, wenn ein solches Bläschen sich zusammenzieht, sich ein ganz außerordentlich feines Kanälchen nach außen öffnet, durch das die in der Blase enthaltene Flüssigkeit nach außen entleert wird. Es ist dies also eine Einrichtung, welche — unter anderem — überflüssige Substanzen aus dem Körper entfernt. Aber noch mehr muß die Amöbe können. Wir hatten gesagt, daß sie sozusagen nicht die Kohle sondern das Bergwerk genießt, aus dem erst die Kohle durch den Verdauungsprozeß gewonnen wird. Dabei bleiben natürlich, wie im Bergwerke die Abraumgesteine, unverdauliche Bestandteile zurück, die ebenfalls entfernt werden müssen. Dies geschieht in sehr einfacher Weise; um einen solchen Körper sammelt sich ein Flüssigkeitsbläschen an, das an die Oberfläche des Amöbenkörpers rückt, hier platzt und seinen Inhalt nach außen entleert.

Die Gesamtheit der eben geschilderten Prozesse bezeichnet man als Stoffwechsel. Es müssen Stoffe in den Körper aufgenommen werden, verdaut werden und durch weitere Umwandlungen, bestehend in Zusammenlagerung einfacherer chemischer Verbindungen zu komplizierteren, der Körpersubstanz gleich gemacht, assimiliert werden. Durch Aufnahme von Sauerstoff muß der die Energieleistungen des Körpers bedingende Verbrennungsprozeß eingeleitet werden und verbrauchte Teile, Schlacken, müssen wieder entfernt werden. So wird ständig der Körper immer wieder neu aufgebaut und zerstört und dieser Stoffwechsel ist es, welcher im wesentlichen die Grundlage des Lebens ausmacht. Hört der Stoffwechsel auf, so ist im allgemeinen die Folge davon der Tod. Wir kennen aber auch Zustände, wo der Stoffwechsel aufhört oder sehr gering wird und trotzdem das Tier nicht stirbt.

Ein derartiger Zustand ist allgemein bekannt als der Winterschlaf vieler Tiere, z. B. der Murmeltiere, der Schlangen, der Frösche. Wenn diese sich in die Erde eingraben, dann hört der Stoffwechsel nahezu auf, er ist auf einen ganz kleinen Teil rückgebildet, da ja bei der vollständigen Bewegungslosigkeit der schlafenden Tiere keine Energie entwickelt zu werden braucht. Und zu einer ähnlichen Rückbildung des Stoffwechsels, vielleicht sogar zu gänzlichem Aufhören ist auch die Amöbe unter bestimmten Umständen fähig. Nehmen wir an, daß das Wasser, in dem die Amöbe lebt, auszutrocknen beginnt, so gerät sie in eine sehr schwierige Lage. Ihr Körper besteht aus sehr flüssigkeitsreicher,

Digitized by Google

weicher Substanz und deshalb kann sie im Trockenen nicht leben. Denn wenn die Umgebung austrocknet, würde auch das Wasser, welches sie in ihrem Körper hat, verdunsten. Dagegen braucht sie nun einen Schutz, der in der Weise zustande kommt, daß sich der Stoffwechsel in ganz merkwürdiger Weise zurückbildet; wenn die Bedingungen ungünstig werden, so beginnt plötzlich die Amöbe ihre Scheinfüßchen einzuziehen, sie rundet sich zu einer vollständig gleichmäßigen Kugel ab. Aus ihrem Körper wird ein großer Teil der Flüssigkeit ausgepreßt, sodaß er auf ein viel kleineres Volumen zusammenschrumpft und nun wird an der Oberfläche eine Haut ausgeschwitzt. Das Häutchen wird immer dicker und dichter, verhärtet und ist schließlich für Wasser vollständig undurchdringlich. Trocknet nun der Tümpel, in dem die Amöbe sich befindet, aus, so kann ihr nichts weiter passieren, denn diese Hülle ist so fest, so undurchlässig für Wasser, daß das wenige Wasser, das ihr Körper noch enthält und zu seinem Fortbestand auch braucht, nicht verdunsten kann. Nun kann sie ruhig im Trockenen ausharren, ohne Schaden zu nehmen, bis sie wieder in günstigere Bedingungen gelangt. Gelangt sie dann wieder in ein feuchtes Medium, so erweicht die Hülle, die wieder zum Leben erwachende Amöbe sprengt sie und kriecht aus.

Nun verstehen wir genauer, wie in das Glas des alten Leeuwenhoek alle jene Organismen hineingekommen waren und welcher Art die Keime waren, die Pasteur in dem Staub der Luft hatte nachweisen können. Die Tiere hatten sich ebenso wie unsere Amöben unter ungünstigen Bedingungen eingekapselt oder encystiert, wurden mit dem trockenen Schlamm, den der Wind in die Luft trieb, oder durch Wasservögel, an deren Beine sie gekommen waren, weit in die Welt verschleppt und trieben sich entsprechend ihrer Kleinheit und ihrem geringen Gewicht im Staub der Luft umher. Mit diesem fallen sie nun ins Wasser, das an der Luft offen stand, fanden hier wieder günstigere Lebensbedingungen und schlüpften aus der Cyste aus und vermehrten sich bedeutend. Die Natur hat hierdurch diesen Tieren ausgezeichnete Schutzvorrichtungen gegeben. Man darf dabei aber nicht denken, daß diese auf einmal so geschaffen wurden, sie haben sich allmählich im Laufe der Zeit durch den Kampf ums Dasein entwickelt. Jede Amöbe hat, wie jedes andere Lebewesen, das Bestreben, sein Leben zu erhalten. Es gab Amöben, welche imstande waren, solche Cysten zu bilden, um in ungünstigen Zeit-

Digitized by Google

läufen geschützt zu sein und diese waren, selbst wenn jene Fähigkeit im Anfang nur eine geringe war, gegenüber anderen, die diese Fähigkeit nicht besaßen, derart im Vorteil, daß sie auf die Dauer allein erhalten blieben und jene Fähigkeit noch weiter fortbildeten. Dieses von Darwin eingeführte Prinzip der natürlichen Zuchtwahl oder Selektion können wir uns also als den treibenden und gestaltenden Faktor denken, dem die Amöbe jene nützliche, zweckmäßige Fähigkeit verdankt.

Es erklärt sich daraus auch eine andere auffallende Tatsache. Alle Tiere haben eine bestimmte geographische Verbreitung, d. h. sie leben auf einem bestimmten, begrenzten Raum der Erde, die man so in tiergeographische Provinzen einteilen kann mit bestimmten Charaktertieren. Findet man solche in verschiedenen Provinzen, so muß das seine nachweisbare Ursache haben, wie z. B. das Vorhandensein von Landbrücken in früheren Erdperioden zwischen jetzt durch das Meer getrennten Ländern. Für die verschiedenen Protozoenarten gibt es aber eine derartige geographische Verbreitung nicht, sie sind alle universell. Man hat verschiedentlich geglaubt, aus fremden Erdteilen neue Protozoen gefunden zu haben. Man fand aber später die gleichen dann auch bei uns vor. Der Sturmwind, der solche encystierten Tiere mit fortträgt, sorgt eben für die universelle Verbreitung. Und wie weit Staubteilchen in der Luft gelangen können, wissen wir ja von den großen Vulkanausbrüchen in der Südsee, nach denen noch Jahre lang auf der ganzen Erde die Aschenteilchen in der Luft nachzuweisen waren.

Wir sagten soeben, jeder Organismus habe das Bestreben, sein Leben zu erhalten. Das genügt ihm jedoch nicht. Er will nicht nur sein eigenes Leben erhalten, sondern hat vor allem das grundlegende Bestreben, sein Leben über die eigene Person hinaus zu verlängern, d. h. das Bestreben, sich fortzupflanzen. Ja, man kann sagen, das Endziel eines jeden Organismus ist, sich fortzupflanzen; ist es erreicht, so hat er seinen Zweck erfüllt und kann zugrunde gehen. Man denke nur an die Eintagsfliege, die ausschlüpft, das Fortpflanzungsgeschäft besorgt und am andern Tage bereits nicht mehr lebt, ja von vornherein nicht imstande ist, länger zu leben, da sie mit einem verkümmerten, gebrauchsunfähigen Verdauungsapparat zur Welt kommt. Daß auch eine Amöbe zur Fortpflanzung imstande ist, kann man auf sehr einfache Weise feststellen. Wenn wir in einem Glas eine oder wenige

Digitized by Google

Amöben haben und es ist genügend Futter vorhanden, so wird das Glas in kurzer Zeit vollständig angefüllt sein mit vielen Tausenden von Amöben. Und dann können wir unter günstigen Umständen den Vorgang der Fortpflanzung beobachten. Ist eine Amöbe genügend herangewachsen, so sehen wir an ihrem Kern eine Veränderung eintreten (Fig. 5). Er streckt sich in die

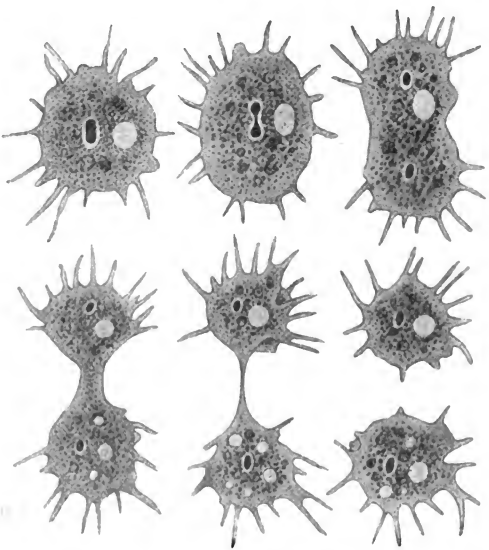


Fig. 5. Teilung einer Amöbe. (Nach F. E. Schulze aus Lang.)

Länge, wird allmählich biskuitförmig und schnürt sich zur Hantelform ein. Die beiden Teile rücken allmählich auseinander, so daß sie schließlich nur mehr durch einen dünnen Faden miteinander verbunden sind. Der Faden reißt durch und in der Amöbe sind nun zwei Kerne vorhanden. Jetzt tritt auch eine Einschnürung des Zelleibes auf, die immer weiter fortschreitet, und schließlich reißt auch diese durch, und dann sind aus dem einen Tier zwei geworden. Auf diese Weise geht es immer weiter,

Digitized by Google

bis sie schließlich zu ungeheurer Menge sich vermehrt haben. Die Fortpflanzung der Amöben ist also eine unendlich einfache, die der direkten Zerschnürung. Wir haben allerdings in neuester Zeit durch das Verdienst unseres so früh verstorbenen großen Protozoenforschers Fritz Schaudinn einen ganz merkwürdigen Fortpflanzungsprozeß bei gewissen Amöben — es gibt ja viele verschiedene Arten von Amöben — kennen gelernt, bei dem es zu einer echten geschlechtlichen Fortpflanzung, wie wir sie später von anderen Organismen kennen lernen werden, kommt. Wir wollen uns aber hier nicht weiter damit befassen und jetzt die Amöbe, nachdem wir sie auf einem großen Teil ihres Lebenswegs begleitet haben, verlassen.

3. Bau und Leben der Rhizopoden oder Wurzelfüßler.

Das Beispiel der Amöbe zeigte uns nicht nur, wie sich der Lebensweg eines Protozoon gestaltet, welche Funktionen selbst der ursprünglichste Organismus zu erfüllen vermag und erfüllen muß, wir lernten vielmehr in der Amöbe gleichzeitig einen Vertreter der einfachsten Gruppe von Urtieren kennen, die man als die Wurzelfüßler oder Rhizopoden bezeichnet. Der Name bezieht sich auf die hervorstechendste Eigentümlichkeit dieser Tiere, auf die Bewegung mit Hilfe von Pseudopodien, die bald wie stumpfe Lappen am Körper vorspringen, bald sich zu langen fingerförmigen Fortsätzen ausziehen, bald aber auch als dünne zarte Fäden sich weithin verzweigen können wie ein Wurzelwerk. In ersteren Formen finden wir die Pseudopodien hauptsächlich bei den amöbenartigen Tieren, von denen man eine ganze Anzahl verschiedener unterscheidet. Ihre Größe ist dabei eine sehr ungleiche, von den winzig kleinen, nur mit den stärksten Vergrößerungen auffindbaren Formen, die man stets in Heu- und Strohaufgüssen finden kann, zu den Schlammamöben, die das Auge des Geübten als winziges Pünktchen zu erkennen vermag und der gigantischen Pelomyxa, die man als mehrere Millimeter dicke Kugel träge im Schlamm sich herumwälzen sieht. Allen diesen und anderen Formen ist aber außer ihrer Bewegungsart gemeinsam, daß der formlose Leib ein nacktes Klümpchen Protoplasma darstellt. Schon in unseren

Digitized by Google

Teichen und Sümpfen finden wir aber im Schlamm Wurzelfüßler, welche die eigentümliche Fähigkeit besitzen, ihre nackten Protoplasmaleiber durch Bildung eines eigenartigen Gehäuses zu schützen. Wie eine Schnecke ihr Haus, so trägt ein solches beschaltes Rhizopod seine Schale auf dem Rücken und kriecht mit Hilfe seiner Pseudopodien umher. Natürlich muß, wie bei einem Schneckenhaus, die Schale eine Öffnung haben, zu der der Leib herausgestreckt wird, und in die er sich wieder zurückzieht, wenn Gefahr im Anzug ist. Die einzelnen Gehäuse sind dabei aus verschiedenartigen Substanzen aufgebaut, stets aber höchst zierlich und von großer Formenmannigfaltigkeit. Da gibt es solche, die nur eine sehr weiche und biegsame, ganz durchsichtige, mützenförmige Schale besitzen. Bei anderen besteht sie aus einer festeren, etwa hornartigen Substanz, die bald durchsichtig erscheint, bald lebhaft gefärbt ist. Dahin gehören die zierlichen Arcellen, die man in großen Mengen an Wasserpflanzen findet, deren kreisrunde Schalen von vollständiger Durchsichtigkeit alle Übergänge durch gelb zu einem tiefen Braun zeigen. Die Form des Gehäuses ist ungefähr die eines Uhrglases (Fig. 6 c). Betrachten wir es von der unteren Seite, so finden wir eine kreisrunde Öffnung, aus der das Tierchen seine Scheinfüßchen herausschickt. Noch viel zierlicher sind solche Gehäuse, wie das der in Fig. 6 a abgebildeten Form. Sie sind aus kleinen, feinen Plättchen von verschiedener Form zusammengesetzt, auf denen Stacheln und alle möglichen Verzierungen stehen. Schließlich kennen wir Formen, die ebenfalls im Schlamm unserer Gewässer häufig zu finden sind, die ihr Gehäuse nicht mehr aus selbstgefertigtem Material aufbauen,

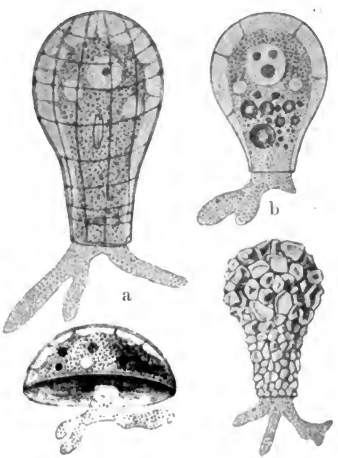


Fig. 6. Verschiedene beschalte Wurzelfüßler. a Quadrula. b Hyalo-phenia. c Arcella. d Difflugia. (Aus Lang.)

Digitized by Google

sondern dazu die Fremdkörper benutzen, die sie in ihrer Umgebung vorfinden, also z. B. kleine Kieselsteinchen, die zu einer charakteristisch geformten Schale fest zusammengebacken werden (Fig. 7 d).

Wie der Bau solcher Gehäuse stattfindet, können wir am besten sehen, wenn die Tiere sich fortpflanzen. Auch hier geschieht die Fortpflanzung im allgemeinen durch einfache Zweiteilung des Körpers. Nun kann aber bei der Teilung ein solches festes Gehäuse nicht mit geteilt werden, denn es besteht ja aus nichtlebender Substanz. Wenn daher das Tier sich zu teilen beginnt, fließt es mit seinem Leib aus der Schalenöffnung hervor (Fig. 7). Der Kern teilt sich wieder zuerst in zwei, der eine bleibt im alten Gehäuse mit einem Stück Zelleib zurück, der andere ist mit dem anderen Teil des Zelleibs herausgeflossen. Und dieser nackte Protoplasmaklumpen bildet auf seiner Oberfläche dann ein neues Gehäuse und zwar auf verschiedene Weise, je nach der Art, die wir vor uns haben. Entweder schwitzt er eine

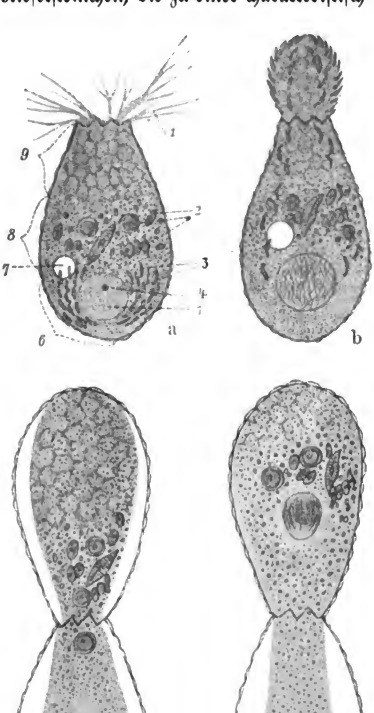


Fig. 7. Vier Stadien der Teilung eines beschalten Rhizopods (Euglypha). (Aus Lang.)
1. Pseudopodien. 2. Nahrungskörper. 3. Material zum Schalenbau. 4. und 5. Kern. 7. Pulsierendes Bläschen 6. 8. 9. Schale.

Digitized by Google

Haut aus, die zu einer zarten Schale erhärtet, oder aber es wird ihm von der Mutter- oder besser Schwesterzelle das nötige Baumaterial, sich ein Haus zu bauen, auf den Weg mitgegeben. Es sammeln sich vor der Teilung in der Schale allerlei kleine Plättchen und Stückchen an, die bei der Teilung in das Tochtertier gelangen, und nun an dessen Oberfläche emporrücken und hier abgelagert werden, und so, indem sie sich zusammenschließen, das neue Gehäuse bilden.

Den Formen, die wie die in Fig. 6 d abgebildete Difflugia ihr Gehäuse aus Fremdkörpern aufbauen, kann man in dieser Situation sogar sozusagen einen bestimmten Baustil vorschreiben. Man braucht bloß allen Sand, Steinchen usw. aus dem Wasser, in dem man die Tiere hält, zu entfernen und statt ihrer z. B. kleine, blaue Glassplitter hineinzugeben, so wird man sehen, daß die jungen Difflugien sich dann Häuser aus blauem Glas aufbauen.

Bei dieser Teilung haben wir Gelegenheit, noch etwas anderes von grundlegender Bedeutung zu beobachten. Wenn wir den sich zuerst teilenden Zellkern ins Auge fassen, so sehen wir, daß seine Teilung nicht eine solche einfache Zerschnürung ist wie beim Amöbenkern, sondern ziemlich kompliziert verläuft. Bei Beginn der Teilung sammeln sich die im Kerninnern zerstreuten Körnchen, die man wegen ihres Verhaltens zu den in der Einleitung erwähnten Farbstoffen als die färbbare Substanz des Kerns bezeichnet, im Äquator des Kerns an und legen sich hier zu Schleifen zusammen, die in einem zierlichen Kranz beisammenliegen. Gleichzeitig streckt sich der Kern etwas und nimmt ein feinstreifiges Aussehen an (Fig. 7 c). Nun wird jede der färbbaren Schleifen in zwei gespalten und je eine rückt nach entgegengesetzten Polen des Kerns. Jetzt schnürt sich der Kern ein und teilt sich vollständig. Der ganze Vorgang wird als indirekte Kernteilung bezeichnet im Gegensatz zu der direkten Kernzerschnürung der Amöbe. Der Effekt, der damit erzielt wird, ist eine mathematisch genaue Verteilung jener färbbaren Substanz auf die beiden Tochterkerne. Wenn zu ihrer Verteilung ein so komplizierter Apparat aber aufgeboten wird, so muß ihr eine große Bedeutung im Leben der Zelle zukommen, was auch der Fall ist. Und so verläuft der Teilungsprozeß fast aller tierischen und pflanzlichen Zellkerne auf diese vielfach noch mehr komplizierte indirekte Art.

Digitized by Google

Fig. 8. Verschiedene Formen von Kammerlingen.
(Nach Haeckels Kunstformen der Natur.)

Konnten wir bei diesen unseren Süßwasserrhizopoden schon eine ziemliche Kunstfertigkeit im Bau der Schale bewundern, so wird sie bei weitem in den Schatten gestellt durch die Künste

Digitized by Google

ihrer im Meer lebenden Vettern. Ein Blick auf Fig. 8 kann von der dort herrschenden Mannigfaltigkeit und Schönheit, ja auch Abenteuerlichkeit der Formen, von denen man viele Tausend verschiedene unterscheidet, nur einen sehr schwachen Begriff geben. Aber man wird beim Anblick der einen oder anderen stutzig werden und sich fragen: Sollten denn das wirklich einzellige Tiere, Protozoen sein, deren Schalen genau aussehen wie Schneckenschalen? Und noch ungläubiger wird man werden, wenn man erst einmal eine solche Schale aufschneidet und sieht, daß sie gar nicht aus einer einheitlichen Höhlung besteht, sondern in zahlreiche hintereinanderliegende Kämmerchen getrennt ist. Und hält man gar neben einen solchen Durchschnitt einer derartigen Schale den

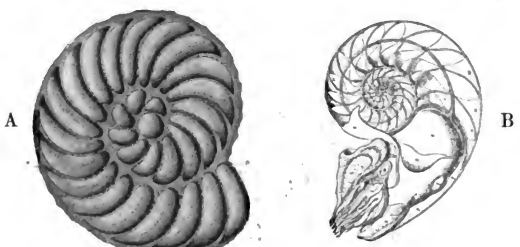


Fig. 9. A Aufgeschnittene Schale eines Kammerlings. B dieselbe von einem Tintenfisch (Nautilus). Das Tier sitzt in der letzten Kammer.
(A nach Schulze, B aus Hertwig.)

einer solchen eines sogenannten Nautilus, d. i. eines hochentwickelten schneckenartigen Tieres, deren wunderbar glänzende Schalen oft zu kunstgewerblichen Prunkstücken verwandt werden — in Fig. 9 sind die beiden Objekte nebeneinandergestellt —, so wird man sich nicht wundern, daß man in früheren Zeiten jene Schalen wirklich für solche derartiger, nur sehr kleiner Schneckentiere hielt. Daß es aber wirklich Urtiere sind, Protozoen, die die zierlichen Gehäuse bewohnen, läßt sich leicht zeigen, wenn man ihren Inhalt untersucht. Zuvor aber wollen wir noch einen Blick auf die Schalen selbst werfen.

Das Material, aus dem die Schalen dieser Tiere bestehen, — sie werden aus gleich zu besprechendem Grund Foraminiferen

Digitized by Google

genannt — ist stets das gleiche, nämlich kohlensaurer Kalk, dasselbe Mineral, aus dem auch der Marmor besteht und das sich in ziemlich geringer Menge im Meerwasser gelöst findet. Dieses Wenige vermögen aber die Tiere so geschickt auszubeuten, daß sie davon zum Teil recht massive Schalen aufbauen können. Es wurde bereits erwähnt, daß sie oft schneckenartig aufgewunden sind und dann im Innern in viele Kammern gegliedert. Oft stehen aber auch die einzelnen Kämmerchen in Reihen hintereinander und bilden so stabförmige Schalen, die sich dann aber wieder an einem Ende aufrollen können, so daß eine Hirtenstabform entsteht. Bald sind weiterhin die Kammern flachgedrückt, bald wieder kugelig, bald greifen sie übereinander so über, daß sie sich gegenseitig verdecken. Auch ihre Zahl ist sehr verschieden. Es gibt Formen mit nur einer Kammer, solche mit zweien, dreien, zahlreichen und schließlich solche, bei denen viele Tausende von Kammern in dichten konzentrischen Kreisen angeordnet sind. Die Oberfläche der Schalen ist sehr mannigfach gestaltet. Oft ist sie von feinen Löchern durchbohrt, deren Bedeutung wir gleich kennen lernen werden und denen sie ihren Namen verdanken (foramen, das Loch), oft zeigt sie sehr zierliche Systeme von Leistchen und allerhand Skulpturen, oft finden wir sie auch dicht mit langen Stacheln bedeckt.

Beobachtet man eine solche lebende Foraminifere nun unter dem Mikroskop, so sieht man auf der Oberfläche der Schale feine Fädchen auftreten, die gerade nach außen stehen, immer mehr werden, und schließlich die Schale wie eine Sonne umgeben, wie Fig. 10 zeigt. Verfolgt man ein einzelnes solches Fädchen genauer, so zeigt sich, daß es nicht still liegt, sondern eine strömende Bewegung zeigt und damit wissen wir, daß wir es mit nichts anderem als Pseudopodien zu tun haben.

Gerade diese Pseudopodien sind besonders geeignet, das Phänomen des Strömens des Protoplasma zu zeigen, wie aus der nachfolgenden klassischen Schilderung Max Schulzes hervorgeht: „Die Foraminiferen strecken zu einer größeren oder zu vielen kleineren Öffnungen ihrer Schale Fäden einer durchsichtigen, körnerreichen Substanz aus, welche einen hohen Grad von Veränderlichkeit ihrer Gestalt und Länge besitzen, es sind die sogenannten Pseudopodien. Dieselben verlaufen divergierend, teilen sich meist unter spitzen Winkeln, verbinden sich untereinander netzförmig. Sie sind in einer fortwährenden Be-

Digitized by Google

wegung begriffen und diese äußert sich teils in einer Veränderung der Anordnung, in einer Verlängerung, Verkürzung, Teilung, Verschmelzung, Brücken- und Netzbildung, teils in einer inneren Bewegung, welche auch denjenigen Fäden nicht abgeht, welche keine der eben genannten mehr äußerlichen Veränderungen zeigen,

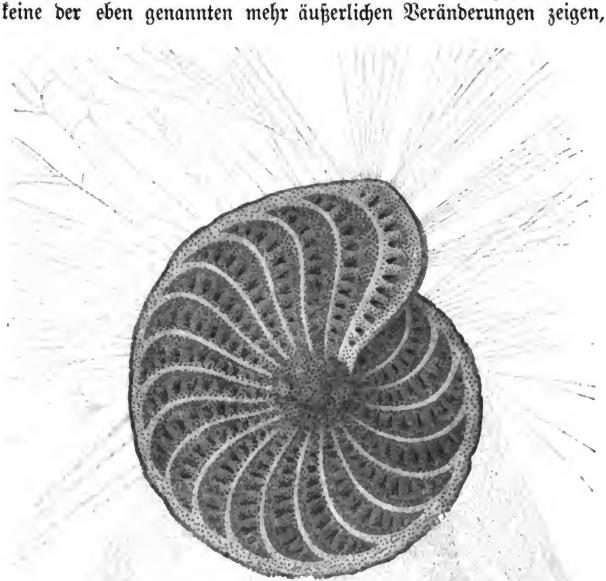


Fig. 10. Ein Kammerling mit Pseudopodien (Polystomella). (Nach M. Schulze.)

also sozusagen in Ruhe sind. Diese innere Bewegung ist die sogenannte Körnchenbewegung. Es ist ein Gleiten, ein Fließen der in die Fadensubstanz eingelagerten Körnchen. Mit größerer oder geringerer Schnelligkeit ziehen sie in dem Faden entweder dem peripherischen Ende desselben zu, oder in der umgekehrten

Digitized by Google

Richtung, oft sogar selbst an den dünnsten Fäden in beiden Richtungen zugleich. Körnchen, die sich begegnen, ziehen entweder einfach aneinander vorbei oder bewegen sich umeinander, bis nach einer kleinen Pause beide ihre ursprüngliche Richtung fortsetzen oder eines das andere mit sich nimmt. Wie auf einer breiten Straße die Spaziergänger, so wimmeln an einem breiteren Faden die Körnchen durcheinander, wenn auch manchmal stockend und zitternd, doch immer eine bestimmte, der Längsrichtung des Fadens entsprechende Richtung verfolgend. Oft stehen sie mitten in ihrem Laufe still und kehren dann um, die meisten gelangen jedoch bis zum äußersten Ende der Fäden und wechseln hier erst ihre Richtung. Nicht alle Körnchen eines Fadens bewegen sich mit gleicher Schnelligkeit, sodaß oft eines das andere überholt, ein schnelleres das langsamere zu größerer Eile treibt oder an dem langsameren in seiner Bewegung stockt. Wo mehrere Fäden zusammenstoßen, sieht man die Körnchen von einem auf den anderen übergehen. An solchen Stellen befinden sich oft breitere Platten, welche aus einer stärkeren Anhäufung der Fadensubstanz hervorgegangen sind, und aus welchen dann wie selbständige Fortsätze weitere Fäden sich entwickeln oder in welche bereits bestehende wie eingeschmolzen werden. Viele Körnchen laufen offenbar ganz an der äußersten Oberfläche der Fäden, über welche man sie deutlich hervorragen sieht. Vielleicht haben alle diese oberflächliche Lage. Außer den kleinen Körnchen sieht man oft größere Substanzklümpchen wie spindelförmige Anschwellungen oder seitliche Auftreibungen eines Fadens in ähnlicher Bewegung wie die Körnchen. Selbst fremde Körper, welche der Fadensubstanz anhaften und in sie aufgenommen werden, schließen sich dieser Bewegung an."

Wo aber kommen die Pseudopodien her? Natürlich von dem das Innere der Schale erfüllenden Weichkörper, der durch die obenerwähnten Löcher die Pseudopodien herausstreckt. Und nun können wir auch den Weichkörper untersuchen, indem wir die Schale mit einer Säure zerstören, und finden dann eine entsprechend den Kammern der Schale abgeteilte Protoplasmamasse, die den Kern einschließt. Das Protoplasma der einzelnen Kammern steht aber miteinander im Zusammenhang durch feine Fortsätze, die die Kammerscheidewände durchbohren, so daß die einheitliche Zellnatur des Ganzen doch gewahrt bleibt.

Wie baut nun ein solches junges Tier seine komplizierte Schale auf? Zunächst scheidet es auch nur eine einfache Schale

Digitized by Google

an seiner Oberfläche aus, wie eines der Süßwasserrhizopoden, — auch Monothalamien, d. h. einkammerige im Gegensatz zu den Polythalamien oder vielkammerigen genannt —, wenn aber dann der Körper wächst, fließt das Protoplasma aus der Schale hervor und scheidet nun dicht der alten Schale anliegend eine neue aus, die sich als zweite Kammer so der ersten angliedert und so geht der Prozeß immer weiter. Man ersieht daraus, daß durch die Kammerbildung die Zellnatur des Tieres gar nicht beeinflußt wird.

Die Art der Pseudopodienbildung, die durch auf der ganzen Schalenoberfläche zerstreute oder bei anderen Formen auf einen Punkt lokalisierten Poren hervorgestreckt werden, zwingt die Foraminiferen natürlich zu einer anderen Art der Nahrungsaufnahme als wir sie bei den Amöben kennen gelernt haben. Denn größere Nahrungskörper können hier ja unmöglich durch jene feinen Poren hindurch in das Innere des Körpers gelangen. Die Foraminifere verdaut deshalb sozusagen mit ihren Füßen außerhalb des Körpers. Von den Pseudopodien ergriffene mikroskopische Pflanzen oder Tiere, werden umflossen, indem sich eine Anzahl benachbarter Fäden vereinigen, dann an Ort und Stelle verdaut und dann erst die verdaute Nahrung durch die Strömung des Protoplasmas in den eigentlichen Körper geschafft.

Und noch eines können uns diese Kammerlinge lehren, nämlich die vollständige Unabhängigkeit des Zellbegriffs und damit auch des des Urtieres von der absoluten Größe. Wenn die Einheit von Protoplasma und Kern vorhanden ist, müssen wir von einer einzigen Zelle sprechen, ob sie nun mikroskopisch klein oder so groß ist, wie das mehrere Kilogramm schwere Ei gewisser ausgestorbener Riesenvögel. Und so finden wir auch unter den Foraminiferen Formen von mikroskopischer Kleinheit neben solchen, die wie die die Form einer Münze zeigenden ausgestorbenen Nummuliten die Größe eines Fünfmarkstückes erreichen.

Es wurde schon gesagt, daß alle Foraminiferen im Meer leben und zwar kriechen hier sehr viele von ihnen im Meeressand und auf Algen und Tangen umher. Andere aber schwimmen auch frei im Weltmeere oder richtiger gesagt schweben, unterstützt durch die einen großen Reibungswiderstand ergebenden langen Stacheln. Von diesen in ungeheuerer Menge vorhandenen Formen sterben fortgesetzt unzählige ab, deren Schalen zu Boden sinken und wie ein Sandregen auf den Meeresboden herabrieseln. Was damit

Digitized by Google

geschieht, werden wir später kennen lernen. Es sei nur bemerkt, daß ihre Ansammlung auf dem Meeresboden nur in gewissen Meerestiefen möglich ist. In Meeren mit über 1000 m Tiefe gelangen die Schalen gar nicht mehr auf den Grund; denn in der Tiefe des Meeres enthält das Wasser eine größere Menge von Kohlensäure gelöst als in oberflächlicheren Schichten infolge des dort herrschenden höheren Drucks, bei welchem sich mehr Kohlensäure im Wasser lösen kann und diese stärkere Kohlensäure zerstört dann den Kalk der Schalen, sodaß sie schon unterwegs vollständig zugrunde gehen.

Bieten schon diese Kammerlinge eine außerordentliche Formenmannigfaltigkeit dar und zeigen sie in ihren zierlichen Schalen schon einen ungewöhnlichen Grad von Schönheit und Harmonie der Form, so sind sie doch noch gewissermaßen stiefmütterlich bedacht gegenüber einer anderen Gruppe von Wurzelfüßlern, welche ebenfalls ausschließlich dem Meere angehören, den Strahlingen oder Radiolarien. Auch sie bevölkern in mehreren Tausenden von Arten die Fluten des Meeres und zeigen sich dabei in einer solchen Vielgestaltigkeit und bald phantastischen, bald streng geometrischen Zierlichkeit der Formen, daß sie seit der Zeit Joh. Müllers das Entzücken jedes Naturforschers bilden und einen schönheitsdurstigen Forscher wie Häckel jahrzehntelang ausschließlich fesseln konnten. Diese Strahlinge bauen sich ebenfalls zum großen Teil ein Gehäuse, ein festes Skelett, und dieses ist es, welches ihnen die zierliche Form verleiht. Wollen wir den Weichkörper der Tiere in seinem Aufbau studieren, so benutzen wir dazu am besten eine von den Formen, die nackt geblieben sind, die kein Skelett bauen. Zunächst erkennen wir wieder, daß er nur eine einzige Zelle ist, ein Protoplasmaleib, von dem Scheinfüßchen, Pseudopodien nach allen Seiten ausstrahlen und der im Innern den Kern birgt. Das was uns aber diese Gruppe von Protozoen sofort von allen bisher besprochenen unterscheiden läßt, ist, daß durch Ausbildung einer festen Membran sich der innere, den Kern enthaltende Teil des Protoplasmas von dem äußeren, die Pseudopodien aussendenden abgekapselt hat, durch eine Kapselmembran, die wir als Zentralkapsel bezeichnen. Diese Zentralkapsel ist an ganz bestimmten Stellen von feinen Löchern durchbohrt, die bei manchen Formen auf zierlichen schornsteinartigen Erhebungen der Membran sitzen können. und durch diese steht das Protoplasma im Innern der Kapsel mit dem außer ihm gelegenen in Verbindung.

Digitized by Google

Die große Mehrzahl der Radiolarien besitzt nun, wie gesagt, das charakteristische Skelett, das aber im Gegensatz zu dem der Foraminiferen meist aus Kieselsäure besteht, also jener Substanz, die einen Hauptbestandteil des Glases bildet. Die hierzu nötige Kieselsäure nehmen sie aus dem Meerwasser. Wie dies vor sich

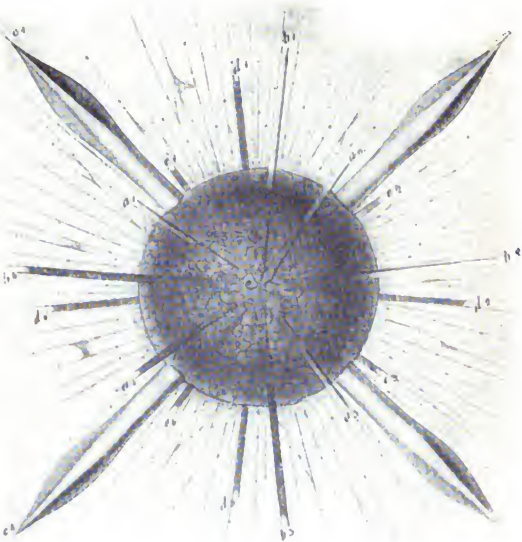


Fig. 11. Acanthostaurus hastatus. Eine Radiolarie. (Nach Haeckel.)

geht, ist den Zoologen allerdings noch recht schleierhaft. Im Meerwasser findet sich nämlich nur eine unglaublich kleine Menge von Kieselsäure vor und dennoch sind die Tiere imstande, aus ihr so große Skelette aufzubauen.

Im einfachsten Fall sind die Skelette ganz unregelmäßig zusammengesetzt aus regellos im Tier verstreuten Fäden und Nadeln.

Digitized by Google

Meistens aber ordnen diese sich zu einem einheitlichen Skelett von sehr charakteristischer äußerer Form an, indem die Nadeln alle im Zentrum des Körpers zusammenstoßen, hier fest miteinander verschränkt sind und in ganz bestimmten, in Gesetze zu fassenden Winkeln ausstrahlen. Dabei können die Nadeln einfach rund sein oder kantig oder schwertförmig, sie können in verschiedenartig geformten Spitzen und Zinken endigen und können von verschiedener Länge sein. So kommt eine Fülle von Formen zustande, von denen nur zwei in Fig. 11 u. 12 wiedergegeben sind.

Weiterhin können sich nun diese Strahlen untereinander verbinden durch feine Nädelchen, die miteinander zu einem zierlichen Gitter verschmelzen. Bei anderen Formen ist wieder der ganze Körper in eine Gitterkugel eingeschlossen, die von besonderen Stäben gestützt sein kann, ja es können mehrere Gitterkugeln in einander eingeschachtelt sein, so daß sie an die kunstvollen Elfenbeinschnitzereien erinnern, die von den Chinesen angefertigt werden (Fig. 13). Da gibt es noch helmartige Formen und durchlöcherte Scheiben und Platten und viele andere, deren Beschreibung Bände füllen würde. Die Abbildungen in Fig. 14 u. 15 geben davon ja nur einen schwachen Begriff, man muß die großen Atlanten der Haeckelschen Monographien dieser Gruppen schon zur Hand nehmen, um einen richtigen Eindruck von dem allem zu bekommen.

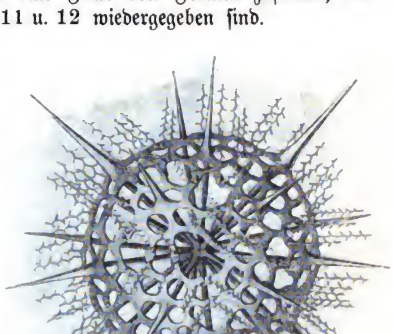


Fig. 12 Dorataspis polyancistra. Eine Radiolarie. (Nach Haeckel.)

Wie viele Foraminiferen, so schweben auch die Radiolarien frei in den Fluten des Meeres. Es ist dies gar nicht so selbstverständlich, wie es auf den ersten Blick scheinen möchte, denn Kieselsäure, die das Skelett der Radiolarien bildet, ist ja viel schwerer als Wasser, müßte also eigentlich untersinken. Zu einem

Digitized by Google

Problem, das eine Erklärung verlangt, wird aber diese Tatsache, wenn wir erfahren, daß sie sogar die Fähigkeit haben, im Meere zur Oberfläche heraufzusteigen und wieder in die Tiefe hinabzusinken, ohne daß sie etwa rudern und sich aktiv bewegen könnten, eine Fähigkeit, die nur bei einigen Formen ausgebildet ist, die mit ihren breiten ruderartigen Kieselnadeln durch die Aktion besonderer feiner Muskelchen zu schlagen vermögen.

Das Schweben und das langsame Untersinken erklärt sich

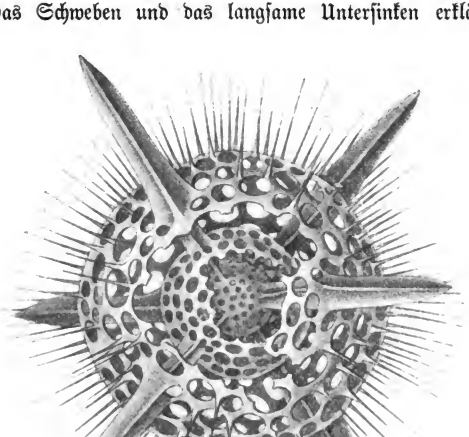


Fig. 13. Actinomma asteracanthion. Eine Radiolarie. (Nach Haeckel.)

ja wohl zum Teil durch die vielen Nadeln und Zinken, die insgesamt eine große Oberfläche und damit eine große Reibung bedingen. Für das Aufsteigen genügt aber dieser Faktor nicht. Hierfür spielt eine Rolle einmal die Fähigkeit der Tiere, Öltröpfchen im Innern der Zentralkapsel abzusondern. Diese haben bekanntlich ein viel geringeres spezifisches Gewicht als Wasser — Öl schwimmt ja auf Wasser obenauf — und machen so den Körper spezifisch, d. h. im Verhältnis zur gleichbleibenden Masse,

Digitized by Google

leichter. Vor dem Niedersinken müssen dann diese Tropfen natürlich erst aufgesaugt werden. Eine noch größere Rolle scheint aber ein anderer Faktor zu spielen. Es scheint nämlich, daß die Radiolarien imstande sind, aus dem sie umgebenden Meerwasser das reine Wasser herauszuziehen. Das Meerwasser ist ja sehr salzreich. Nun ziehen sich die Strahlinge aus dem Salzwasser, das schwerer als das gewöhnliche Wasser ist, das reine Wasser heraus, ebenso

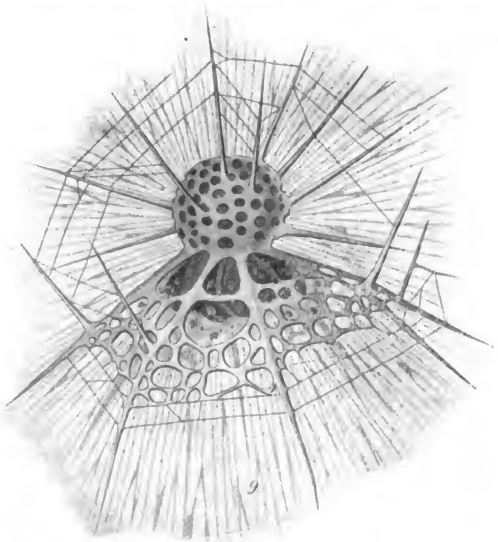


Fig. 15. Arachnocorys circumtexta. Eine Radiolarie. (Nach Haeckel.)

wie dies der Chemiker herauszuziehen vermag, wenn er das Salzwasser destilliert; jetzt sind die Tiere, wenn ihr Körper mit leichterem Wasser als das Meerwasser durchtränkt ist — das Protoplasma ist ja sehr wasserreich — auch leichter als letzteres und steigen so zur Oberfläche empor.

In einem anderen Punkt noch sind die Radiolarien geeignet, uns einen Einblick in gewisse Verhältnisse zu geben, die im Tier-

Digitized by Google

reich öfters wiederkehren. Wenn wir einen solchen Strahling unter dem Mikroskop untersuchen, finden wir sehr oft, daß um die Zentralkapsel herum eigentümliche gelbe oder grüne Kügelchen liegen.

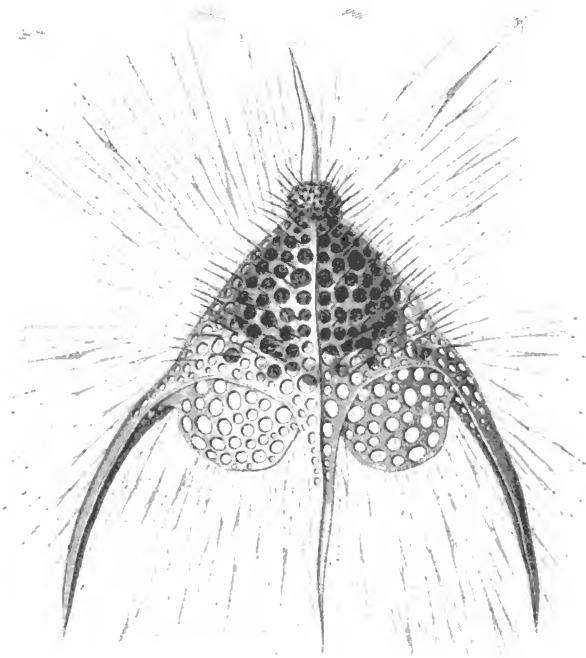


Fig. 15. Dictyopodium trilobum. Eine Radiolarie. (Nach Haeckel.)

Man nannte sie früher einfach „gelbe Körper" und glaubte, daß sie irgendwelche Bestandteile oder Organe des Tieres darstellen. Bei näherer Untersuchung hat sich indessen gezeigt, daß

Digitized by Google

diese gelben Körper gar keine Bestandteile des Radiolars, sondern Lebewesen für sich sind, mikroskopisch kleine Algen, also pflanzliche Organismen, die im Innern der Radiolarie sich aufhalten. Diese kleinen Algenzellen können wir aber durchaus nicht etwa als Schmarotzer bezeichnen, denn sie schaden dem Radiolar gar nicht. Sie haben vielmehr eine Art Schutz- und Trutzbündnis miteinander geschlossen. Das Radiolar bekommt Dinge, die es notwendig braucht, von diesem Gesellschafter, der sich wie eine Pflanze ernährt, d. h. wie wir später sehen werden, imstande ist, anorganische Nahrung zu verwerten, die dem Tier unzugänglich ist. Umgekehrt erhält die kleine Pflanzenzelle von dem Radiolar Schutz und Wohnung und wohl auch manche Abfälle seiner Nahrung. Man bezeichnet diese Erscheinung mit dem griechischen Wort Symbiose oder Lebensgemeinschaft, eine Erscheinung, die in der Natur außerordentlich weit verbreitet ist. Ein Beispiel ist ja ziemlich allgemein bekannt; es ist dies der Einsiedlerkrebs, ein kleiner Krebs, der sich leere Schneckengehäuse nimmt und in diese sich mit seinem weichen Hinterleib hineinsetzt. Auf das Gehäuse setzt er sich nun eine kleine Seerose hinauf, ein nieder organisiertes Tier, welches aber die Fähigkeit hat, sich sehr energisch zu verteidigen. Es besitzt als Verteidigungswaffen nämlich kleine spitze Speere, die sogenannten Nesselfäden. Es sind das feine, hohle Fäden, die in einer Kapsel aufgerollt sind und aus dieser auf einen Reiz hin kräftig ausgeschleudert werden und in den getroffenen Feind den ätzenden Inhalt der Kapsel ergießen. Dadurch, daß diese Seerose nun die herannahenden Feinde mit diesen ihren Speeren bewirft, ist auch der Krebs vor deren Angriffen geschützt. Umgekehrt ernährt der Einsiedlerkrebs seinen Beschützer wieder von den Resten seiner Nahrung.

Und noch für eine andere und weit verbreitete Erscheinungsform des tierischen Lebens bieten uns die Radiolarien ein Beispiel, nämlich für den Vorgang der Koloniebildung. Bei einer bestimmten Gruppe von Radiolarien pflegen sich die Zentralkapseln mit dem Kern zu teilen, ohne daß der extrakapsuläre Weichkörper die Teilung mitmacht; aus einer werden zwei, diese teilen sich wieder in vier, acht usw. und schließlich haben wir einen gemeinsamen Körper, in dem sich eine Menge von Zentralkapseln finden (Fig. 16). Dadurch ist nun nicht etwa aus einem einzelligen Tier ein vielzelliges geworden, sondern nur eine Protozoenkolonie. Die einzelnen Teile der Kolonie haben den größten Teil ihrer

Digitized by Google

Selbständigkeit behalten, wie sich bei der Fortpflanzung zeigt, die in jeder Zentralkapsel in der für die Radiolarien typischen Weise vor sich geht. Nur die Funktionen, die dem außerhalb der Zentralkapsel gelegenen Teil des Protoplasmas zukommen, sind gemeinsam geworden für alle zur Kolonie vereinigten Individuen. Es können sich auf diese Weise Kolonien der mikroskopischen Tiere von über 1 cm Größe entwickeln.

Schließlich müssen wir noch einen Blick darauf werfen, wie sich diese zierlichen Bewohner des Meeres fortpflanzen.

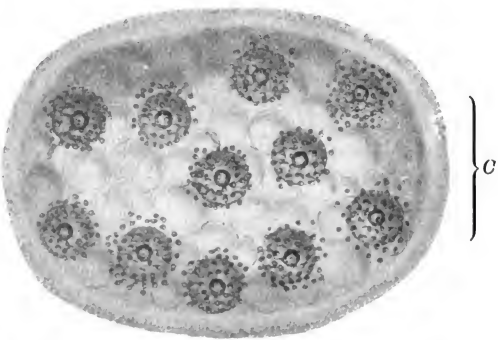


Fig. 16. Collozoum inerme. Eine koloniebildende Radiolarie mit vielen Zentralkapseln (*C*). (Nach Haeckel.)

Bisher haben wir nur eine Art von Fortpflanzung bei Protozoen näher kennen gelernt, die der Amöben, die einfache Zweiteilung, die immer weiter fortschreitet und zu einer großen Anzahl von Tieren führt. Hier bei den Strahlingen tritt uns eine neue Art der Fortpflanzung entgegen, die in ähnlicher Weise auch, wie nachträglich bemerkt sei, den Foraminiferen zukommt und die unser größtes Interesse beanspruchen muß. Zu gewissen Zeiten können wir sehen, daß der Kern dieser Tiere, der im Innern der Zentralkapsel liegt, anfängt, in kleine Stückchen zu zerfallen. Zuerst sondert sich seine Masse in kleine Bezirke, diese ballen sich zu Klümpchen zusammen, die sich voneinander sondern und statt des einheitlichen Kernes enthält die Zentralkapsel zahlreiche Klümpchen von Kernsubstanz, die wir jetzt als ebensoviele

Digitized by Google

kleine Kerne ansprechen können. Diese umgeben sich mit ein wenig Protoplasma und werden zu kleinen Gebilden, die von jetzt ab eine Selbständigkeit verraten, zu Schwärmern. Ihr Aussehen ist aus Fig. 17 zu ersehen, ein längsovaler Körper, der den Kern enthält und an seinem Ende zwei zarte Fäden trägt. Im Plasmaleib findet sich oft ein zierlicher Kristall eingelagert, weshalb man auch von Kristallschwärmern spricht. Die beiden zarten Fäden, die sogenannten Geißeln, beginnen jetzt hin und her zu schlagen in peitschender Bewegung, die kleinen Schwärmer drehen sich, sprengen den Rest ihres Muttertieres, der abstirbt, und schwärmen aus. Die Schwärmer sind aber nicht alle von gleichem Aussehen, es gibt vielmehr größere und kleinere. Haben wir diese in einem Tropfen Wasser unter dem Mikroskop, so können wir beobachten, wie die kleineren Tierchen auf die größeren zuschwimmen und sich dann beide aneinander legen. Und darauf verschmilzt der Protoplasmaleib des einen Schwärmers mit dem des andern, der eine Kern wandert auf den andern zu und beide vereinigen sich ebenfalls, aus den beiden Schwärmern ist ein einziger Körper mit einem einzigen Kern geworden. Jetzt rundet sich jener ab und wandelt sich allmählich wieder in eine Radiolarie vom Bau des Muttertieres um.

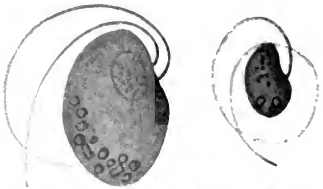


Fig. 17. Weiblicher und männlicher Kristallschwärmer einer Radiolarie. (Nach Lang.)

Was stellte dieser merkwürdige Vorgang dar? Nichts anderes als eine mit einer starken Vermehrung Hand in Hand gehende Befruchtung, die sich in nichts wesentlichem von der Befruchtung unterscheidet, wie sie bei höheren Tieren fast allgemein vorkommt, und wie sie auch im Pflanzenreich von größter Bedeutung ist. Wie wir auch dort beim Befruchtungsvorgange es stets mit zwei Zellen zu tun haben, einer größeren weiblichen, dem Ei, und einer kleineren männlichen, der Samenzelle, die sich so miteinander vereinigen, daß die beiden Kerne verschmelzen, so findet auch hier dieser das Wesen der Befruchtung darstellende Vorgang statt. Auch hier können wir einen weiblichen großen und einen männlichen kleinen Schwärmer unterscheiden und der Unterschied gegenüber höheren Tieren besteht nur darin, daß dort die weibliche

Digitized by Google

Geschlechtszelle, das Ei, unbeweglich ist, und nur die Samenzelle meist sich zu bewegen vermag. Natürlich bleibt der wesentliche Unterschied bestehen, daß sich das einzellige Tier ganz in seine Fortpflanzungszelle oder -zellen umbildet und die befruchtete weibliche Zelle sich direkt wieder in das fertige Tier umwandelt, während bei den vielzelligen Tieren die Geschlechtszellen nur

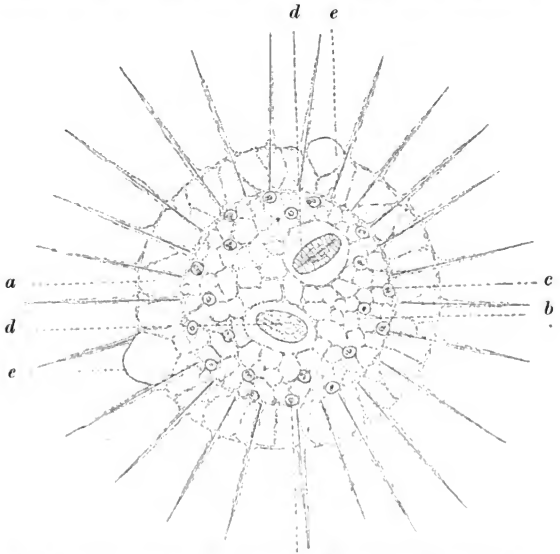


Fig. 18. Actinosphaerium Eichhorni. Ein Sonnentierchen (nach Hertwig). *a* äußere, *b* innere Plasmazone, *c* Kern, *d* Nahrungskörper, *e* pulsierendes Bläschen

bestimmte Zellen des Körpers sind, und das befruchtete Ei erst durch einen komplizierten Teilungs- und Differenzierungsprozeß das neue Tier liefern muß.

Es ist jedenfalls merkwürdig, daß man schon hier auf der niedersten Stufe tierischen Lebens einen so komplizierten Vorgang antrifft, wie ihn der Befruchtungsprozeß darstellt. Und wenn noch hinzugefügt wird, daß man jetzt einen solchen sogar bei allen Gruppen von Protozoen aufgedeckt hat, so erhellt daraus

Digitized by Google

die grundlegende Bedeutung, die er für den gesamten Lebensprozeß haben muß. Und so werden wir ihm in unseren weiteren Erörterungen zwar in anderer Form aber im Prinzip immer gleich noch mehrmals begegnen; so auch bei einer kleinen aber interessanten Gruppe von Protozoen, die wir jetzt noch im Anschluß an die Radiolarien betrachten wollen.

Wenn wir Wasser aus unseren Teichen und Tümpeln untersuchen, so finden wir oft zarte Tierchen, die wie eine Flocke durch das Wasser schweben und auf den ersten Blick wie Radiolarien erscheinen. Auch bei ihnen gehen von einem kugeligen Körper nach allen Seiten Strahlen aus, so daß eine Form entsteht, der die Tierchen ihren Namen Sonnentierchen oder Heliozoen verdanken (Fig. 18.) Eine nähere Untersuchung zeigt jedoch bald, daß sie mit den Radiolarien nichts zu tun haben, daß sie unter den Rhizopoden eine Tiergruppe für sich darstellen. Der Unterschied ist vor allem der, daß die Zentralkapsel fehlt. Dafür können wir meist an dem Protoplasma, das gewöhnlich eine grobblasige Beschaffenheit hat, eine größere Außenplasmazone von einer feinen Innenzone unterscheiden. In letzterer finden sich der oder die Kerne. Es gibt nämlich unter den Sonnentierchen Formen — gerade das bekannteste, das in Fig. 18 abgebildete Actinosphaerium gehört dazu — die statt eines Zellkerns deren viele besitzen, also vielkernige Zellen darstellen. Als echte Rhizopoden erweisen sich die Heliozoen wieder durch den Besitz der Pseudopodien. Bei ihrer Betrachtung fällt sogleich auf, daß sie wie feste Fäden aus dem Protoplasma hervorstarren. Die Ursache erkennt man, wenn man sie mit sehr starken Vergrößerungen untersucht und nun bemerkt, daß jedes Scheinfüßchen in seinem Innern einen festen Achsenfaden abgesondert hat, der bis an die Grenze von Außen- und Innenzone in das Protoplasma sich erstreckt. Dieser starren Stütze entlang fließt das Protoplasma der Pseudopodien und hält vorbeischwimmende Nahrungstiere fest.

An den vielkernigen Aktinosphärien können wir durch einen einfachen kleinen Versuch eine elementare Eigenschaft der lebenden Substanz feststellen, ihre Regenerationsfähigkeit. Zerschneiden wir ein solches Tier mit einem scharfen Messer in viele Teile, so werden wir in kurzer Zeit ebensoviele kleine Aktinosphärien vorfinden, als Bruchstücke da waren. Jedes Stück hat sich, sofern es nur einen Kern wenigstens enthielt, wieder abgerundet

Digitized by Google

und die Wunde so verschlossen. Die lebendige Substanz erwies sich also als teilbar, von einer Individualität kann hier noch keine Rede sein. Daher gelingt auch der entgegengesetzte Versuch: zwei Tiere, die nahe aneinander gepreßt werden, vereinigen sich einfach durch Zusammenfließen zu einem größeren.

Es sei schließlich noch erwähnt, daß auch viele Heliozoen eine Art Skelett aus Kieselnadeln zu bilden vermögen. In

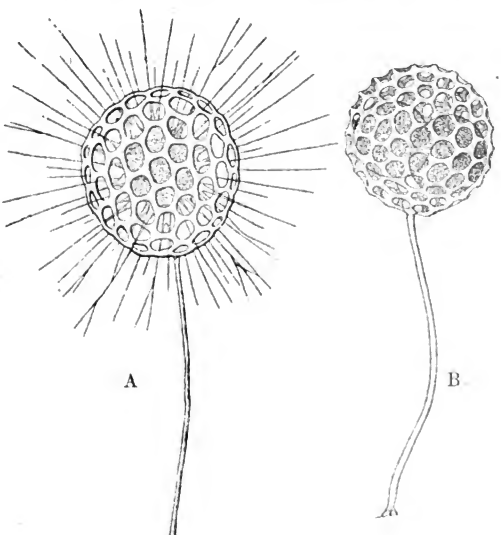


Fig. 19. Clathrulina elegans. Ein Sonnentierchen mit Gitterschale. A mit Pseudopodien, B in der Schale encystiert. (Nach Hertwig.)

unsern Gewässern sogar findet man bisweilen an Wasserpflanzen festsitzend ein winzig kleines Heliozoon, Clathrulina elegans, das seinen zarten Leib durch eine äußerst zierliche, auf einem Stiel aufsitzende Gitterkugel schützt (Fig. 19).

Auch bei den Heliozoen nimmt unser Interesse hauptsächlich die Fortpflanzung in Anspruch, da neben der gewöhnlichen Ver-

Digitized by Google

mehrung durch einfache Zweiteilung auch hier merkwürdige geschlechtliche Prozesse auftreten. Sie werden dadurch eingeleitet, daß ein solches Sonnentierchen — das Actinosphaerium diene als Beispiel — seine Pseudopodien einzieht und eine feste Hülle, eine Zyste abscheidet, sich encystiert, in ähnlicher Weise wie wir das von den Amöben kennen gelernt hatten, die unter ungünstige Lebensbedingungen kamen. Während wir dort eine Dauerzyste vor uns hatten, müssen wir hier von einer Vermehrungszyste sprechen. Die vielen Kerne, die das Actinosphaerium besitzt, werden nun zum größten Teil aufgelöst und es bleiben nur eine geringe Anzahl übrig, um die sich nun der Weichkörper in eine entsprechende Anzahl von Teilstücken sondert. Diese umgeben sich jedes wieder mit einer Zystenhülle, so daß jetzt in einer großen, gemeinsamen Zyste oder Primärzyste eine Anzahl kleiner Zysten oder Sekundärzysten liegen. Die weiteren Vorgänge spielen sich jetzt in jeder Sekundärzyste in gleicher Weise ab. Es teilt sich nämlich in ihrem Innern der Kern und auch das Plasma, so daß sie zwei Teilindividuen enthalten.

Und jetzt beobachten wir den merkwürdigen Vorgang, daß jeder von diesen Kernen erst eine Kleinigkeit von seiner Substanz ausstößt, die zugrunde geht, sich gewissermaßen reinigt und dann beginnen diese beiden Zellen, die sich vorher auseinandergeteilt haben, wieder miteinander, zu verschmelzen, die beiden Kerne verschmelzen ebenfalls miteinander so daß der Inhalt der Sekundärzyste wieder einkernig ist, genau aussieht, wie er vorher ausgesehen hat. Aus jeder Sekundärzyste schlüpft dann ein junges, einkerniges Actinosphaerium aus, das seine Pseudopodien ausstreckt und durch viele Teilungen des Kernes in den mehrkernigen Zustand übergeht.

Was aber bedeutet dieser absonderliche Vorgang? Die Teilung des einkernig gewordenen Tieres und die Wiederverschmelzung der beiden Teilstücke ist nichts anderes als ein Befruchtungsvorgang. Denn vergleichen wir ihn mit der Befruchtung, die wir bei den Schwärmern der Radiolarien kennen gelernt haben, so sehen wir sofort, daß prinzipiell sich das gleiche ereignet, nämlich, daß zwei Zellen mitsamt ihren Kernen verschmelzen. Das aber ist das Wesen der Befruchtung. Gegenüber andern sonst in der Natur vorkommenden Befruchtungsprozessen finden wir hier nur den überaus merkwürdigen Vorgang, daß eine und dieselbe Zelle sich in die durch nichts sich unterscheidenden männliche und weibliche

Digitized by Google

Geschlechtszelle teilt, und daß das Tier sich sozusagen selbst befruchtet. Es ist dies auf den ersten Blick ein ganz unverständlicher Vorgang, der erst verständlich wird, wenn man die allgemeinen Befruchtungsgesetze kennen lernt.*)

4. Bau und Leben der Flagellaten und Infusorien.

Die im vorigen Kapitel besprochenen Tiere hatten trotz ihrer großen Formmannigfaltigkeit das Gemeinsame, daß ihnen zur Bewegung und zum Ergreifen der Nahrung Fortsätze des Protoplasmaleibs, die Pseudopodien, dienten. Es begegnete uns aber bereits bei der Fortpflanzung der Radiolarien eine neue Art von Bewegung, die Bewegung durch peitschende fadenförmige Anhänge, die Geißeln. Und diese Bewegungsform ist für eine ganze große Gruppe von Protozoen charakteristisch, für die danach benannten Geißeltierchen oder Flagellaten (flagellum, die Geißel). An dem verschiedenartig gestalteten einfachen Körper sitzt an einem oder beiden Enden eine oder mehrere Geißeln, wie Fig. 20 A, B, C, D zeigt. Das sonst gleichmäßig gebaute Protoplasma, das den Kern einschließt, ist bisweilen am Ursprung der Geißeln zu einer Grube eingesenkt, die wir als eine Art von Mund ansprechen können; außer einer pulsierenden Vakuole, wie wir sie schon von den Amöben her kennen, findet sich keinerlei Differenzierung des Körpers. Die Fortpflanzung besteht gewöhnlich in einer einfachen Längsteilung (Fig. 20 E).

Nicht alle Flagellaten sind aber so einfach gebaut. Da gibt es zum Beispiel solche, deren Protoplasmaleib sich an einem Ende zu einem zierlichen, durchsichtigen Kragen erhebt, in dessen Mitte die Geißel entspringt. (Fig. 21 A). Solche Formen setzen sich öfters in größerer Zahl zusammen, d. h. die aus einer Teilung hervorgegangenen Tochtertiere lösen sich nicht voneinander los, sondern bleiben verbunden, sodaß schließlich ganze verzweigte Stöckchen entstehen. Viele solche Kolonien geben dann die freie Ortsbewegung auf, setzen sich auf einer Unterlage fest

*) Näheres darüber findet man in Teichmanns Schrift Der Befruchtungsvorgang in dieser Sammlung.

Digitized by Google

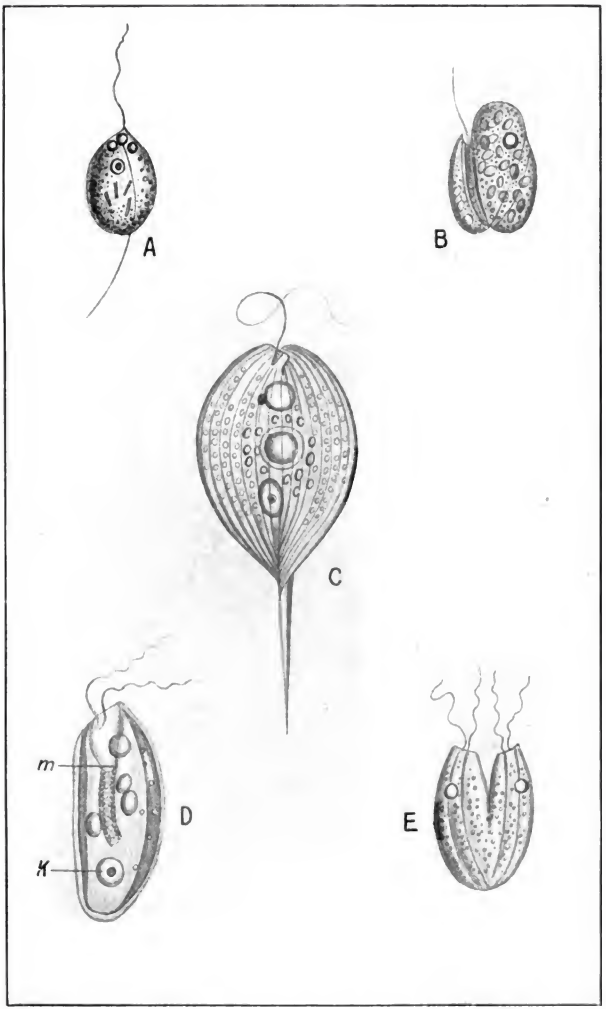


Fig. 20. Verschiedene Formen von Flagellaten. *m* Mund, *k* Kern. (Nach Stein.)

Digitized by Google

und benutzen die Geißeln nur noch, um sich die Nahrung herbeizustrudeln. Indem die Einzeltiere der Kolonie auf ihrer Oberfläche noch feine durchsichtige Gehäuse abscheiden, in denen sie wie in einem Becher sitzen, kommen oft äußerst zierliche Gebilde zustande.

Der ästhetischen Betrachtung bietet ein noch viel reicheres Feld eine Gruppe von Flagellaten, die sich in einigen Formen in unseren Seen finden, in besonders reichem Maße aber im Meer entfaltet sind, wo sie vielfach in ihren bizarren Formen mit der Schönheit der Radiolarien wetteifern können. Auch hier beruht wieder die reiche Formgestaltung auf der Anwesenheit eines Gehäuses, das den zarten Körper einschließt. Das aus zierlichen Platten und Plättchen zusammengesetzte Gehäuse hat oft die Form eines Helmes, weshalb man die ganze Gruppe auch Geißelhütchen genannt hat. Die eine ihrer Geißeln läuft meist in einer kreisförmigen Rinne der Schale um den Körper herum (Fig. 22). Es ist besonders bemerkenswert, daß diese zierlichen Panzer aus Zellulose bestehen, also der gleichen Substanz, die die kästchenartige Umhüllung aller Pflanzenzellen liefert.

Die Flagellaten haben eine ungeheure Verbreitung. Man findet sie in jedem Teich und See wie im Meere vor. Sie treten da oft in so ungeheurer Menge auf, daß man sie trotz ihrer mikroskopischen Kleinheit — und die Geißeltierchen gehören zu den kleinsten Protozoen — greifen kann. Ein jeder hat schon beim Vorbeigehen an Dorfteichen beobachtet, daß sie mit einer dicken grünen Haut überzogen waren. Wenn man sie mit dem Stock herausfischt, so bleibt sie an ihm hängen wie weiche Gallerte. Unterm Mikroskop kann man nun feststellen, daß die ganze Masse aus nichts anderem besteht als einer unendlichen Menge, Milliarden von Geißeltierchen, von denen jedes einzelne grün gefärbt ist. Sie vermögen durch rapide Fortpflanzung plötzlich in ungeheurer Menge aufzutreten, so daß ein Teich, der an einem Tage noch vollständig klar und hell ist, am anderen vollständig von ihnen bedeckt ist. Man sagt dann: Der See blüht. (Die Wasserblüte kann aber auch von anderen pflanzlichen Organismen herrühren.)

Bisweilen sind diese Tierchen aber auch rot und geben bei plötzlichem massenhaften Auftreten Anlaß zur Sage vom Blutregen. Auch im Meer treten bisweilen gewisse Flagellaten in ungeheuerer Menge auf und rufen dadurch eine sichtbare Erscheinung hervor.

Digitized by Google

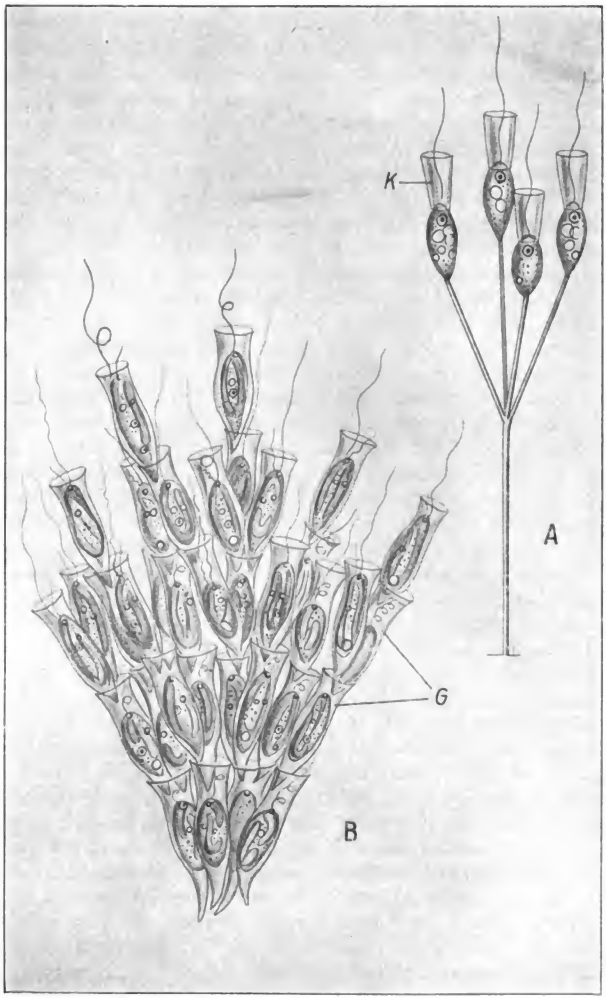


Fig. 21. A Stöckchen kragentragender, B Stöckchen gehäusebesitzender Flagellaten.
K Kragen, *G* Gehäuse. (Nach Stein.)

Digitized by Google

Es ist das ein stecknadelkopfgroßes blasiges Tier, das außer seiner zarten Geißel noch eine solche besitzt, die zu einem dicken Tentakel umgewandelt ist. Diese Noctiluca, wie der wissenschaftliche Name des Tieres lautet, hat die merkwürdige Fähigkeit, im Dunkeln zu leuchten; ihre Oberfläche ist dann dicht mit in bläulichem Lichte erstrahlenden Pünktchen besetzt. Treten diese Tierchen in großen Schwärmen auf, so erzeugen sie die schönste Form des Meerleuchtens (es gibt noch andere Tiere, die das gleiche Phänomen veranlassen können), bei dem das Wasser, das von eintauchenden Rudern aufgespritzt wird, wie flüssiges Gold erscheint. Leider ist die Ursache des Leuchtens bisher noch nicht aufgeklärt worden.

Man wird sich vielleicht wundern, daß viele von diesen Tieren grün sind. Grün sind ja sonst im allgemeinen nur die Pflanzen, für die die grüne Farbe eine außerordentliche Bedeutung hat. Der grüne Farbstoff ist gebunden an kleine Teilchen der Pflanzenzelle, kleine Scheibchen, die als Chlorophyllkörner bezeichnet werden, die mit dem grünen Farbstoff, dem Chlorophyll, beladen sind und gerade dieser grüne Farbstoff ist es, der für die charakteristische Ernährung der Pflanze entscheidend ist. Die große Mehrzahl der Pflanzen ernährt sich ja auf eine ganz andere Weise als die Tiere. Die Pflanze ist gerade durch die Vermittlung des Chlorophylls imstande, direkt aus der Luft Kohlensäure aufzunehmen und sie für die Zwecke des Körpers umzubilden, zu assimilieren. Im Verein mit anderen Bestandteilen der unbelebten Welt, den Salzen des Bodens, die sie mit den Wurzeln aufnimmt und dem Wasser, wird die eingeatmete Kohlensäure benützt, die Bestandteile des pflanzlichen Körpers, also vor allem Stärke und Eiweißkörper aufzubauen. Die grüne Pflanze hat also die Fähigkeit, anorganisches Material zu assimilieren. Das Tier kann das nicht; es kann nur von vorgebildetem Fleisch gewissermaßen seinen Körper aufbauen, es vermag nur die ihm fertig gelieferten organischen Körper, wie Stärke, Fett, Eiweiß, zu assimilieren. In letzter Linie ist so jede tierische Ernährung auf die Pflanzen zurückzuführen, die durch ihre Art, zu assimilieren, den Vermittler zwischen der unbelebten Welt und der tierischen Leibessubstanz darstellen. Ohne Pflanzenreich kein Tierreich! Nun aber sehen wir hier Tierchen, die grün gefärbt sind und deren grüne Farbe, wie wir jetzt hinzufügen können, auf der Anwesenheit echten Chlorophylls beruht. (Das Chlorophyll kann bei den Flagellaten ebenso wie bei gewissen niederen Pflanzen

Digitized by Google

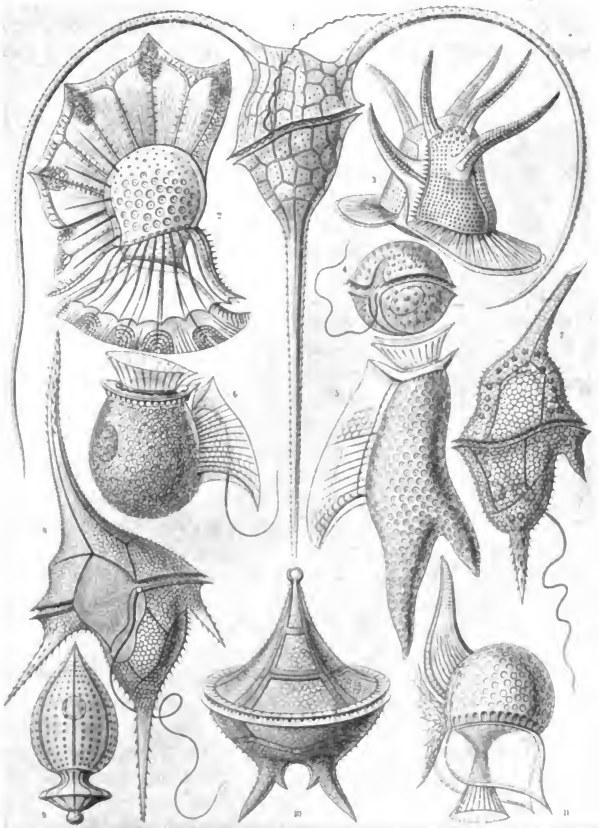


Fig. 22. Verschiedene gepanzerte Geißeltierchen (Geißelhütchen).
(Aus Haeckels Kunstformen der Natur. Meist nach Stein.)

durch blaue, rote oder braune Farbstoffe vertreten sein). Und dementsprechend ernähren sich auch diese Flagellaten wie Pflanzen, assimilieren anorganisches Material.

Digitized by Google

Sollte man dann aber nicht richtiger von Geißelpflänzchen statt von Geißeltierchen reden? Denn die Art der Ernährung bietet einen der fundamentalsten Unterschiede zwischen Tier- und Pflanzenreich. Aber, müssen wir sagen, die Geißelbewegung ist doch eine tierische Bewegungsart; ferner gibt es Flagellaten, die eine Art einfachen Auges an ihrem Körper besitzen, also ein zweifellos tierisches Sinneswerkzeug, und dann gibt es ja viele echte Flagellaten, die nicht grün sind, sondern durch die erwähnte mundartige Einsenkung wie Tiere Nahrung aufnehmen; ja es gibt sogar solche, die den Mund haben und grün sind, also sich wie Tier und Pflanze ernähren. Wie sollen wir aus dieser Schwierigkeit hervorkommen?

Die Lösung ist eine sehr einfache. Auf dieser untersten Stufe der belebten Natur können wir keine Grenzen ziehen zwischen Tier- und Pflanzenreich, hier gehen die beiden großen Naturreiche unvermittelt ineinander über, eine Unterscheidung läßt sich nicht durchführen. Dieselben Organismen werden von den Botanikern als Pflanzen und von den Zoologen als Tiere in Anspruch genommen, und wir sahen, daß beide im Recht sind. Um dem Ausdruck zu geben, daß hier die beiden Reiche noch nicht gesondert sind, hat Haeckel schon vor langer Zeit für die Gesamtheit der einzelligen Tiere und einzelligen Pflanzen — es gibt nämlich ganze große Gruppen einzelliger Lebewesen die man von jeher als Pflanzen betrachtet — die Aufstellung eines eigenen Naturreiches, des der Protisten, vorgeschlagen, d. h. der Urwesen. Nach allem Vorangegangenen müssen wir dies auch als vollständig berechtigt ansehen.

Auch in anderer Hinsicht ist diese Erkenntnis von Interesse. Wir haben im Verlauf unserer Betrachtungen bereits mehrfach Gelegenheit gehabt, davon zu sprechen, daß die Naturforscher zu der Überzeugung gekommen sind, daß die Welt von belebten Wesen, die uns augenblicklich umgibt, nicht auf einmal so entstanden ist, wie wir sie jetzt finden, sondern daß sie sich allmählich entwickelt hat, daß die höheren Tiere durch Umbildung aus niederen entstanden sind, von ihnen abstammen. Hier in den Flagellaten haben wir aber eine Gruppe vor uns, die wir als die Stammformen für das Tier- und Pflanzenreich anschauen müssen, als die Organismen, von denen aus sich nach der einen Richtung hin das Tierreich, nach der andern das Pflanzenreich abgespalten hat.

Digitized by Google

Eine solche Anschauung wie die Abstammungslehre erfordert es natürlich oder macht es wenigstens wünschenswert, daß man auch Übergangsformen findet, Formen, die den Übergang zwischen den verschiedenen Bildungsstufen, die voneinander abstammen, vermitteln, die Eigenschaften niederstehender Formen mit solchen höherstehender verbinden, so daß sie gewissermaßen zeigen, wie die niedere Form in der höheren mit inbegriffen ist. Und auch hierfür finden wir unter den Flagellaten ein lehrreiches Beispiel. Die Tiere, von denen wir bisher gesprochen haben, waren stets einzellige Tiere, Tiere, deren gesamter Körper aus einer einzigen Zelle bestand. Diesen Protozoen oder Urtieren kann man alle anderen Tiere als Metazoen, d. h. spätere Tiere gegenüberstellen, bei denen sich der Leib aus vielen Zellen zusammensetzt. Dazu kommt, daß die vielen Zellen, die ihren Körper zusammensetzen, eine Arbeitsteilung eingegangen sind, so daß nicht alle Zellen das Gleiche tun, sondern die einen diese, die anderen jene Funktion im Körper übernommen haben.

Wenn wir nun die Gewässer unserer Teiche durchsuchen, so finden wir darin bisweilen ziemlich kleine, grüne Kügelchen, die mit dem bloßen Auge für den Geübten schon wahrnehmbar sind. Ihren Bau enthüllt uns aber erst das Mikroskop. Die Kugeln schweben im Wasser auf und ab. Bei genauerem Zusehen erkennen wir, daß diese Bewegung von zahllosen kleinen Härchen, Geißelfäden, bewirkt wird, die an der Oberfläche der Kugel angeordnet sind (Fig. 23). Stärkere Vergrößerung zeigt dann, daß die ganze Kugel — wir wollen sie Kugeltierchen oder Volvox nennen — nicht einheitlich ist, sondern daß sie aus zahllosen grünen Körperchen zusammengesetzt ist, die in regelmäßigen Abständen ihre Oberfläche einnehmen und durch feine Verbindungsbrücken miteinander verbunden sind. Von jedem einzelnen Körperchen gehen aber zwei Geißeln aus, deren Schwingungen die ganze Kugel bewegen.

Der feinere Bau eines jeden solchen grünen Körperchens offenbart uns sogleich, daß wir ein Geißeltierchen vor uns haben. Der chlorophyllhaltige Plasmaleib schließt den Kern ein, und auch eine pulsierende Vakuole findet sich. Danach müssen wir den Volvox als eine Flagellatenkolonie betrachten: kleine Flagellaten haben sich stark vermehrt, ohne sich aber vollständig voneinander zu trennen, und bleiben in einer gemeinsamen, von ihnen ausgeschiedenen gallertigen Grundsubstanz eingebettet. In der Tat kann

Digitized by Google

die Entwicklung der Kolonie auch so verlaufen, kompliziert nur dadurch, daß sie sich im Innern der Mutterkolonie abspielt. Zuzeiten wandert eins der Geißeltierchen von der Oberfläche aus nach innen, vergrößert sich hier und fängt an sich zu teilen; die Teilstücke teilen sich wieder, und so entstehen schließlich große Kugeln, die wieder wie ein Volvox ausschauen, aber noch im

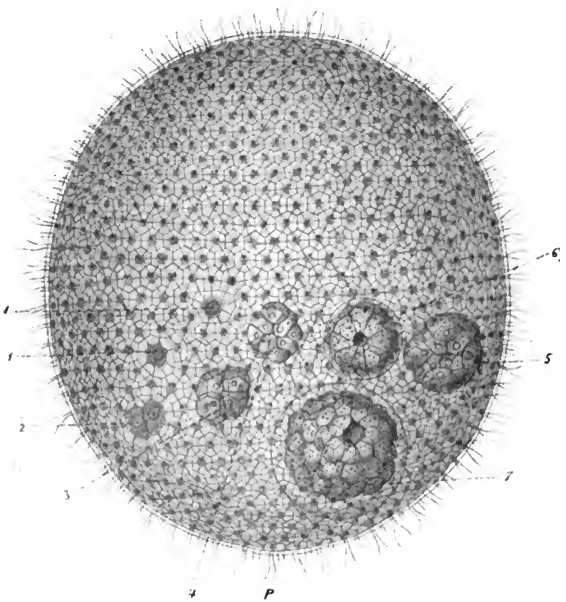


Fig. 23. Das Kugeltierchen (Volvox). (Nach Lang.)
1—7 verschiedene Stadien der Erzeugung von Tochterkolonien.

Innern der Mutterkolonie liegen, wie Fig. 23 zeigt. Indem sie letztere sprengen, werden sie frei und schwimmen nun selbst als Kugeltierchen umher.

Bisweilen aber verläuft die Bildung der Tochterkolonie in ganz anderer Weise (Fig. 24). Wir sehen zunächst wieder ein Einzeltier an der Oberfläche sich vergrößern und dadurch aus

Digitized by Google

dem Verband der übrigen heraustreten. Es teilt sich hier aber nicht weiter, sondern wird größer und größer und bleibt schließlich als umfangreicher Körper im Innern liegen. Andere aber ebenfalls aus dem Verband der übrigen vortretende Zellen fangen an, sich in eine große Anzahl von Zellen zu teilen, die aber nicht miteinander in Zusammenhang stehen, sondern nur zu einem

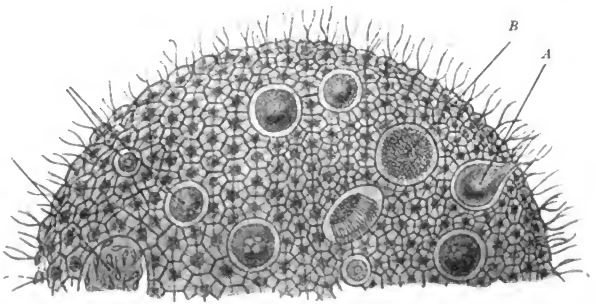


Fig. 24. Stück eines Volvox mit verschiedenen Stadien der Bildung von Eiern (*A*), und Samenfäden (*B*). (Nach Lang.)

Klumpen vereinigt bleiben. Von diesen letzteren entwickelt jede zwei Geißeln und schwimmt davon, schwärmt aus und sucht eine der erwähnten großen Zellen auf, dringt in sie ein und verschmilzt mit ihr. Daraus geht hervor, daß die große Zelle nichts anderes war als eine weibliche Fortpflanzungszelle, ein Ei, die vielen kleinen hingegen männliche Geschlechtszellen, Samenzellen, die Vereinigung eine Befruchtung. Und in der Tat entwickelt sich jetzt aus den befruchteten Eizellen, nachdem die Mutterkolonie zugrunde gegangen durch successive Teilung eine Tochterkolonie.

Können wir aber jetzt wirklich von einer Kolonie einzelliger Tiere reden? Insofern schon, als den Einzelindividuen noch eine gewisse Selbständigkeit zukommt. In der Fortpflanzung aber durch befruchtete Eier, selbst wenn diese ebenso wie die Samenzellen aus gewöhnlichen Tierchen der Kolonie entstanden sind, müssen wir doch eine Arbeitsteilung erblicken, die an vielzellige Tiere gemahnt. Es sind nicht mehr alle Zellen des Körpers zur Fortpflanzung der Art befähigt, sondern nur gewisse, die Geschlechtszellen, während die anderen, die Körperzellen, zugrunde

Digitized by Google

gehen. Das aber ist ein Charakteristikum des vielzelligen Tieres, und so können wir mit Recht den Schluß ziehen, daß Volvox eine Übergangsstufe zwischen Ein- und Vielzelligkeit, zwischen Protozoen und Metazoen darstellt. Wir werden uns dann auch nicht wundern, wenn wir in der Embryonalentwicklung aller vielzelligen Tiere stets ein Stadium antreffen, in dem der Körper aus einer von einer einzigen Schicht von Zellen begrenzten Blase besteht.

Das Prinzip der Arbeitsteilung war es also, welches uns von den einzelligen Tieren zu den vielzelligen überführte. Jetzt wollen wir uns aber der Betrachtung einer Gruppe einzelliger Tiere zuwenden, bei denen innerhalb der Zelle ein so hoher Grad von Arbeitsteilung, von Differenzierung eingetreten ist, daß man auf den ersten Blick kaum glauben möchte, Protozoen vor sich zu haben. Es ist dies die Gruppe der Infusorien oder Aufgußtierchen, zweifellos die höchststehende und am weitgehendsten spezialisierte Abteilung der einzelligen Tiere. Man hat den ursprünglich wahllos für alle in den Aufgüssen erscheinenden Tiere angewandten Namen ihnen reserviert, weil in diesen gerade sie den Hauptbestandteil bilden. Seit der Zeit Leeuwenhoeks bildeten sie das Hauptergötzen der mikroskopierenden Forscher und Liebhaber wegen ihrer Zierlichkeit, ihres lebhaften Wesens und der Leichtigkeit, mit der man sie sich stets beschaffen kann, ohne daß man aber richtig über ihren Bau ins klare kommen konnte.

Ein Forscher wie Ehrenberg, dem wir aus dem Anfang des vorigen Jahrhunderts ein wundervolles Bilderwerk über die Infusorien verdanken, war fest überzeugt, daß diese Tiere, wie er es nannte, „vollkommene Organismen" seien, d. h. Lebewesen, die einen Darm, Geschlechtsorgane usw. besitzen, und er hat zeit seines Lebens für diese Ansicht gekämpft. Aber sie erwies sich als nicht haltbar. In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurde mit absoluter Sicherheit nachgewiesen, daß die Infusorien nichts anderes als einzellige Tiere sind.

Nehmen wir uns nun zunächst einmal ein einzelnes solches Infusor vor, um an ihm den Bau und die Lebensweise der ganzen Klasse zu studieren! Wir wählen dazu das in Fig. 25 abgebildete Trompetentierchen oder Stentor. Der Name erklärt sich aus der schalmeienartigen Form des Tieres; mit der Stelle, die das Mundstück der Trompete darstellt, sitzt es an der Unter-

Digitized by Google

lage, einem Schmutzklümpchen, fest. Beunruhigen wir es aber, so läßt es los und schwimmt nun im Wasser umher, und jetzt können wir bei genauerem Zusehen an ihm eine ganz andere Bewegungsart erkennen, als sie uns bisher entgegentrat (Fig. 25). Wir haben jabis jetzt die Bewegung durch Pseudopodien, die amöboide Bewegung, kennen gelernt, sodann eine Bewegung durch Geißeln, bei der der Schlag einer oder mehrerer Geißeln das Tier vorwärtsbewegt. Sehen wir uns aber einen solchen schwimmenden Stentor an, so bemerken wir, daß er auf eine ganz andere Weise schwimmt als ein Flagellat, nämlich mit einer ganz gleichmäßigen, ruhig gleitenden Vorwärtsbewegung. Diese beruht darauf, daß das Tierchen auf der ganzen Oberfläche mit winzig feinen Härchen besetzt ist, Flimmerhärchen oder Cilien, die in letzter Linie nichts anderes sind als solche Geißeln, die in großer Menge vorhanden und im Verhältnis zur Größe des Körpers sehr kurz sind. Sie schlagen immer in genau geregeltem Rhythmus nach der-

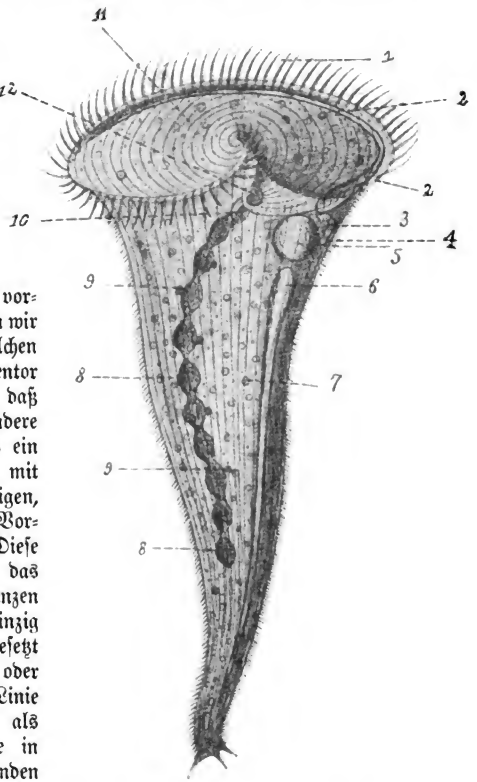


Fig. 25 Stentor, das Trompetentierchen. (Nach Lang.)

1 Die großen Wimpern der Mundspirale; 2. 5, 6 kontraktile Vacuolen; 8 Großkern; 9 Kleinkerne; 10, 12 Mund; 11 Mundscheibe) 4 Zellafter.

Digitized by Google

selben Richtung und erzeugen so eine Ruderbewegung, die das ganze Tier vorwärtstreibt. Die Bewegung ist aber so schnell, daß wir Mühe haben, ihr unter dem Mikroskop zu folgen, und uns freuen, wenn es sich wieder mit seinem schmalen Ende vermittels einiger dort stehender größerer Härchen festsetzt, um nun in Ruhe es weiter beobachten zu können. Da fällt uns zunächst an dem freien Ende, der Mündung der Trompete, eine spiralartige Zeichnung auf, die sich uns bei näherer Betrachtung als der freistehende Körperrand enthüllt, der das napfartig eingesenkte Stirnende des Tieres umrahmt und dadurch so stark hervortritt, daß er mit besonders langen und festen Wimperhaaren besetzt ist. Diese schlagen immer nacheinander in der gleichen Richtung, so daß der Eindruck eines sich drehenden Rades hervorgerufen wird. An einer Stelle in der Mitte der Scheibe senkt sich aber dieser Wimperkranz trichterförmig in die Tiefe, indem er sich gleichzeitig zu einer engen Spirale aufrollt. Kommt jetzt irgend ein kleines Infusorium an das Tier, so wird es von den Wimpern des Wimperkranzes erfaßt und in den Trichter hinabgestrudelt. Nun ist die ganze Oberfläche des Infusors von einem feinen festen Häutchen überkleidet, der verhärteten äußersten Zone des Protoplasma, welches schuld daran ist, daß das Tier stets seine charakteristische Form erhält. Im Grunde des Trichters fehlt dieses aber; hier liegt das weiche Protoplasma frei zutage und in es wird die hinabgestrudelte Nahrung hineingepreßt. Wir können also ohne weiteres sagen, daß dieser Trichter ein Mund ist, ein Mund, der sich innerhalb der Zelle findet, ein Zellmund. Das auf die geschilderte Weise verschluckte und in das Protoplasma hineingepreßte Nahrungspartikelchen wird nun von einem Flüssigkeitsbläschen umschlossen, sinkt mit diesem in die Tiefe des Plasmas ein und wird in seiner „Nahrungsvakuole", wie man das Bläschen zur Unterscheidung von der pulsierenden Vakuole nennt, verdaut. Sollten aber unverdauliche Reste übrig bleiben, so werden diese zu einer bestimmten Stelle des Körpers geführt, hier öffnet sich ein feiner Kanal, durch den sie dann ausgestoßen werden. Wie ein Zellmund, so ist also auch ein Zellafter vorhanden. Natürlich hat dieser nichts mit einer der uns bekannten pulsierenden Vakuolen zu tun; denn sie finden wir außerdem regelmäßig vor. Sie unterscheidet sich von denen, die wir bereits kennen gelernt haben, nur dadurch, daß sie nicht immer in der Einzahl vorhanden ist und daß sie meist eine andere Gestalt, als

Digitized by Google

die eines kugeligen Bläschens hat. Richtiger gesagt, ist die eigentliche Vakuole zwar ein solches Bläschen, es bilden sich aber besondere Kanäle aus, zuführende Vakuolen, die die auszuscheidende Flüssigkeit in die eigentliche Vakuole leiten, die daher im entgegengesetzten Rhythmus auch pulsieren. Beim Stentor ist es ein langer, der Körperseite entlang ziehender Kanal und ein weiterer, der am Rand der Mundscheibe verläuft; bei anderen sind es oft zahlreiche zu einer zierlichen Sternfigur angeordnete Kanälchen.

Ist der Stentor wirklich ein einzelliges Tier, so müssen wir auch einen Zellkern finden. Wir werden aber vergeblich nach einem Kernbläschen suchen, wie wir es bisher kennen lernten. Der Kern ist aber trotzdem vorhanden, er zeigt nur bei den Infusorien einige charakteristische Besonderheiten, so vor allem, daß er gewöhnlich eine von der Kugelgestalt abweichende Form besitzt. So ist er hier beim Stentor in eine große Zahl hintereinander liegender Bläschen gesondert, die durch dünne Brücken miteinander verbunden sind, so daß man berechtigt ist, von einem perlschnurförmigen oder rosenkranzförmigen Kern zu reden. Für den Zellbegriff ist aber diese Form ganz unwesentlich, gibt es doch auch in Gewebszellen höherer Tiere oft Kerne in allen möglichen Gestaltungen. Nun kommt aber eine andere, speziell für die Infusorien charakteristische Besonderheit hinzu. Wir finden neben diesem Kern noch einen oder eine Anzahl anderer kleiner Körperchen, und auch diese können wir, wie ihr später zu besprechendes Verhalten bei der Fortpflanzung lehrt, als Kerne ansprechen. Wir haben also einen großen und einen oder mehrere kleine Kerne, die wir als Groß- und Kleinkern, Haupt- und Nebenkern bezeichnen. Wir stellen uns diese Sonderung am besten so vor, daß der Kern seine Substanz entsprechend seinen wichtigsten Funktionen in zwei Teile zerlegt hat. Einmal muß er dem Wachstum und der Ernährung der Zelle vorstehen; seine Bestandteile, die dies besorgen, haben sich zum Großkern gesondert. Sodann spielt er, wie wir wissen, bei der Fortpflanzung eine große Rolle. Die dafür nötigen Teile setzen den Nebenkern zusammen. Dementsprechend werden wir auch sehen, daß bei der geschlechtlichen Fortpflanzung nur letzterer ein Rolle spielt, ersterer aber zugrunde geht.

Nun wollen wir uns einmal mit einem Haar oder einer Nadel dem festsitzenden Stentor nähern, so sehen wir, wie er plötzlich zusammenzuckt, sich auf einen geringen Teil seiner

Digitized by Google

Körpermasse verkürzt; er ist plötzlich zu einer dicken Kugel geworden. Er hat also die Fähigkeit, sich auf einen Reiz hin zusammenzuziehen. Organe aber, welche ein solche plötzliche Verkürzungsbewegung ausführen können, nennt man Muskeln, und solche sind es auch, die den Stentor zu dieser Bewegung befähigen. Betrachten wir uns noch einmal genau die Oberfläche unseres Stentor, so sehen wir der Länge nach sehr feine parallele Streifen verlaufen, die sich auch auf der Mundscheibe finden, hier aber in Form konzentrischer Ringe. Jeder Streifen stellt aber eine Muskelfaser dar, d. h. einen zarten, aber dichten Faden, der imstande ist, sich zusammenzuziehen und so das Tier zu verkürzen. Hört der Reiz auf, so erschlaffen die Muskeln wieder, und das Tier dehnt sich wieder aus. Damit finden wir die höchste Form der Bewegung, die bestimmt gerichtete, plötzliche und energische Muskelkontraktion innerhalb einer so hoch differenzierten Zelle, wie sie das Infusor darstellt, ebenfalls vor.

Wir haben nun gesehen, daß ein solcher Muskel imstande ist, auf einen Reiz zu antworten, dadurch daß er sich zusammenzieht. Damit lernen wir eine Eigenschaft kennen, welche allen lebenden Wesen zukommt: die Reizbarkeit, die Empfindlichkeit. Sie kam auch den verschiedenen anderen Urtieren, die wir bisher betrachteten, zu, wir haben uns ihre Besprechung aber bis hierher aufgespart, weil die Infusorien für ein Studium der Reize und ihrer Wirkungen besonders geeignet sind. Es ist für das Urtierchen wie für jedes andere Tier von der größten Bedeutung, auf Reize reagieren zu können. Wenn z. B. irgend etwas Schädliches naht, muß daß Tier im Interesse seiner Erhaltung flüchten können. Dies kann es aber nur, wenn es davon benachrichtigt wird, wenn ein Reiz von der schädigenden Substanz ausgeübt wird, der eine kompensierende Bewegung, einen Fluchtreflex auslöst.

Das einfachste Beispiel eines solchen Reizes ist der Reiz, den gewisse chemische Substanzen ausüben. Bekanntlich brauchen fast alle Tiere zur Atmung Sauerstoff, der in unserem speziellen Falle im Wasser gelöst ist. Seine Abnahme übt auf die Infusorien einen Reiz und zwar einen bestimmt gerichteten, einen Richtungsreiz, aus, der sie veranlaßt, nach Stellen hinzuschwimmen, die noch mehr Sauerstoff enthalten. Oder anders ausgedrückt, die Abnahme der Sauerstoffspannung wirkt als Reiz, der die Tiere zwingt, sich in der Richtung nach Orten höherer Sauerstoffspannung zu bewegen. Diese Tatsache vermag ein ganz einfacher Versuch zu beweisen. Wir

Digitized by Google

haben schon erwähnt, daß die Pflanzen im Gegensatze zum Tier imstande sind, aus der Luft die Kohlensäure aufzunehmen und diese in Sauerstoff und Kohlenstoff zu zerlegen. Den Kohlenstoff benutzen sie zum Aufbau ihres Körpers, den Sauerstoff geben sie wieder ab; umgekehrt atmet das Tier den Sauerstoff ein, verbindet ihn wieder mit aus der Nahrung stammendem Kohlenstoff und atmet dann Kohlensäure aus. Diese Sauerstoffabgabe der Pflanzen findet nur nicht immer gleichmäßig statt, sondern richtet sich je nach dem Lichte, das die Pflanzen jeweils trifft, so daß sie z. B. im gelben Licht mehr produzieren als im blauen. Nun kann man eine mikroskopisch kleine Pflanze, einen Algenfaden, in verschiedene Lichtsorten bringen, indem man das weiße Tageslicht mit dem Prisma in seine Farben zerlegt, die Regenbogenfarben: Rot, orange, gelb, grün, blau, indigo, violett und das dadurch gebildete Farbenband, das sogenannte Spektrum, ins Mikroskop wirft, in dem sich die Alge befindet. Wir wissen nun, daß eine solche Alge am meisten Sauerstoff produziert im gelben Licht. Haben wir in dem gleichen Präparat nun eine Menge von Protozoen, z. B. Infusorien, so werden sie sich bald alle im gelben Licht ansammeln und zwar um den Algenfaden herum, weil an der Stelle, wo das gelbe Licht den Algenfaden trifft, dieser den meisten Sauerstoff produziert, der auf die Infusorien einen Richtungsreiz ausübt.

Es war dies ein chemischer Reiz, aber auch andere Faktoren können reizauslösend wirken wie z. B. das Licht. Verschiedene Protozoen reagieren nämlich verschieden auf die verschiedenen Lichtsorten, haben, menschlich ausgedrückt, bald mehr Vorliebe für blaues oder rotes oder grünes Licht. Wenn wir nun ein buntes Gemisch von Urtierchen unter das Mikroskop mit der gleichen Einrichtung, wie eben beschrieben, bringen, so werden wir bald sehen, daß die einen im roten, die andern im gelben usw. Teil des Spektrums sich finden, daß sie sich schön voneinander gesondert haben, so gut, wie wir sie selbst gar nicht sortieren könnten. Es hatten also die verschiedenen Lichtsorten des Spektrums auf die verschiedenen Infusorien einen spezifischen Richtungsreiz ausgeübt, der sie zwang, sich in dem betreffenden Lichtband anzusammeln.

Auch die Elektrizität vermag auf die Infusorien einen richtenden Reiz auszuüben, wie kurz erwähnt sei, weil man die Tatsache sehr leicht an einem hübschen Versuch demonstrieren kann

Digitized by Google

Leitet man in einen Tropfen, in dem sich zahlreiche Infusorien befinden — besonders dazu geeignet sind die sogenannten Pantoffeltierchen und die Heuinfusorien — den Strom einer elektrischen Batterie, so kann man sehen, daß sämtliche Tiere alsbald in der Richtung des elektrischen Stromes schwimmen, d. h. von dem positiven Pol zum negativen. Dreht man den Strom durch eine dazwischen gebrachte Umschaltevorrichtung um, so wechseln auch die Tiere sofort die Richtung des Schwimmens.

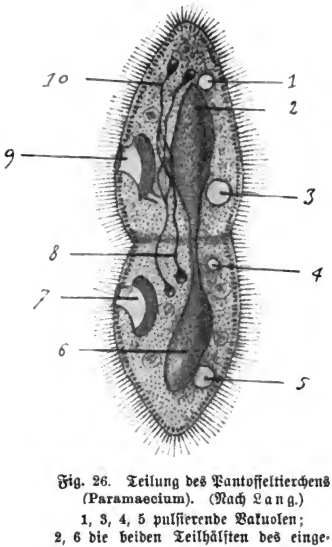


Fig. 26. Teilung des Pantoffeltierchens (Paramaecium). (Nach Lang.)
1, 3, 4, 5 pulsierende Vakuolen; 2, 6 die beiden Teilhälften des eingeschnürten Großkerns; 8, 10 desgl. der beiden Kleinkerne; 7, 9 die beiden geteilten Mundöffnungen.

Welche große Bedeutung die Reize im Leben der Tiere haben, geht schließlich auch daraus hervor, daß es wahrscheinlich auch chemische Reize sind, die die Samenzelle veranlassen, die Eizelle aufzusuchen und zu befruchten, ein Vorgang, den wir ja oben beim Volvox kennen gelernt hatten. Man ist imstande künstlich das nachzuahmen, allerdings nur für gewisse Pflanzen, bei denen man den chemisch wirksamen Stoff in der Apfelsäure entdeckte. Bringt man ein feines Röhrchen mit dieser Substanz in Wasser, das die betreffenden Samenzellen enthält, so schwimmen sie alsbald auf das Röhrchen zu und dringen alle in es ein. Wenn wir auch für andre Objekte also z. B. den Volvox, die betreffenden chemischen Stoffe nicht kennen, die das gleiche bewirken, so können wir doch an ihrem Vorhandensein nicht zweifeln.

Auch hier bei den Infusorien ist es wieder besonders interessant zu erfahren, wie sie sich fortpflanzen. (Die Fähigkeit, sich unter ungünstigen Bedingungen zu encystieren und in den Cysten dann verschleppt zu werden, kommt ihnen in besonders hohem Maße zu, wie schon eingangs erwähnt wurde.)

Auch hier ist der gewöhnliche Fortpflanzungsmodus die ein-

Digitized by Google

fache Zweiteilung. In Fig. 26 ist der Vorgang von einem anderen Infusor als dem bisher besprochenen Stentor, von dem auch schon erwähnten Pantoffeltierchen, Paramaecium, abgebildet. Dies besitzt für gewöhnlich einen wurstförmigen Großkern und einen oder mehrere — im abgebildeten Beispiel zwei — Nebenkerne. Bei Beginn der Teilung streckt sich der große Kern in die Länge, so daß er durch das ganze Tier hindurch zieht. Die Nebenkerne tun das gleiche und nehmen dabei die charakteristische Gestalt an, die man als Spindel bezeichnet. Gleichzeitig teilt sich auch der Mund in zwei, und der neugebildete rückt vom ursprünglichen weg nach der hinteren Hälfte des Tieres. Nun tritt in der Mitte des Tieres eine Einschnürung auf, und während sich auch die Kerne vollständig teilen, wird das Protoplasma durchgeschnürt, und die zwei neuen Paramäcien schwimmen davon. Auf diese Weise können solche Infusorien sich ins Ungemessene vermehren.

Stellen wir uns nun einmal dies genau vor. Das Infusor teilt sich, die Teilstücke teilen sich wieder und so weiter, nie geht etwas vom Tier zugrunde. Da müssen wir doch sagen, das Tier ist unsterblich und ebenso alle sich durch Teilung vermehrenden Protozoen! Wie verhält sich das? Es kommt da ganz darauf an, was wir als sterblich bezeichnen. Wenn wir sagen — und dazu haben wir guten Grund — daß wir von Tod nur dann sprechen können, wenn eine Leiche vorhanden ist, dann sind die Protozoen in diesem Sinne wirklich unsterblich. (Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß diese Tiere nicht sterben können; wenn sie nichts zu fressen oder keine Luft haben, dann sterben sie ebenso wie andere Tiere; ist aber genügend Nahrung vorhanden und sind die äußeren Bedingungen alle günstig, so teilen sie sich immer weiter.) Dieser Gedanke hat nichts so absonderliches an sich, wie es auf den ersten Augenblick scheinen möchte. In diesem Sinne ist eigentlich jedes Tier unsterblich; es besagt dies nichts weiter als die Kontinuität eines jeden Lebens. Betrachten wir die Entwicklung irgend eines höheren Tieres aus dem Ei, so besteht die Entwicklung ja in einer reichen Zerteilung der Eizelle und einer Differenzierung der Tochterzellen. Eine oder einige von diesen, die ja auch von der Eizelle durch Teilung herstammen, werden dann zu den Geschlechtszellen des Tochtertieres; dessen Ei ist also eine direkte Fortsetzung eines Teiles des Muttereies. Im gleichen Sinne wie die Protozoenzelle ist somit auch die Geschlechtszelle des vielzelligen Tieres unsterblich. Ein Unterschied wäre nur darin gegeben, daß nur ein Teil der

Digitized by Google

Eizelle, der der die Geschlechtszellen der Tochter liefert, kontinuierlich, unsterblich ist, während der aus dem Rest der Eizelle sich entwickelnde Körper stirbt, wenn er seine Funktionen erfüllt hat.

Nun müssen wir aber für die Infusorien eine kleine Einschränkung machen, die uns zu einem neuen und wichtigen Problem führt. Wir nahmen an, daß die Infusorien sich immer weiter teilen, wenn sie die nötigen günstigen Bedingungen haben. Durch kontinuierliches Beobachten von genau kontrollierten Kulturen kann man aber sehen, daß diese Teilungen im günstigsten Fall nur 1—2 Jahre vor sich gehen, daß dann die Tiere aber aufhören, daß eine Zeit eintritt, wo sie nicht mehr imstande sind, sich weiter zu teilen, ferner nicht mehr richtig fressen können und überhaupt recht heruntergekommen ausschauen. Und dies hat seinen guten Grund. Der Organismus ist abgenutzt, er braucht Auffrischung. Diese kann ihm unter Umständen durch eine merkwürdige Reorganisation des Kernapparates zuteil werden. Gewöhnlich wird sie ihm aber durch einen Vorgang gegeben, den wir als Konjugation bezeichnen, der nichts anderes ist als ein geschlechtlicher Prozeß, eine Befruchtung.

Eingeleitet wird der Vorgang dadurch, daß — nehmen wir als Beispiel wieder das Pantoffeltierchen — zwei Tiere sich der Länge nach aneinanderlegen und miteinander umherschwimmen, wie Fig. 27 schematisch zeigt. Sie sind scheinbar miteinander verschmolzen; nach einiger Zeit aber gehen sie wieder auseinander und schwimmen getrennt davon. Dazwischen liegt ein Befruchtungsvorgang von ziemlicher Komplikation der Einzelheiten, der aber in seinem Wesen immer wieder auf das gleiche Prinzip der Befruchtung, die Verbindung eines väterlichen mit einem mütterlichen Kerne, zurückgeführt werden kann. Zunächst geht der Großkern zugrunde, er hat seine Rolle ausgespielt, wenn seine zerbröckelten Trümmer auch noch lange im Plasma zu sehen sind. Alle weiteren Veränderungen sind an den kleinen Kern geknüpft. Jeder einzelne von diesen in jedem Tier — und wir nehmen der Einfachheit halber als Beispiel jetzt eine Form, die normalerweise nur einen Nebenkern hat — teilt sich nun zweimal hintereinander, so daß vier Teilkerne entstanden sind. Von diesen vier gehen aber wieder drei zugrunde. Der vierte aber teilt sich jetzt in jedem Tier noch einmal, so daß jetzt ein jedes zwei Kernchen hat außer den zugrunde gehenden. Während der eine von diesen

Digitized by Google

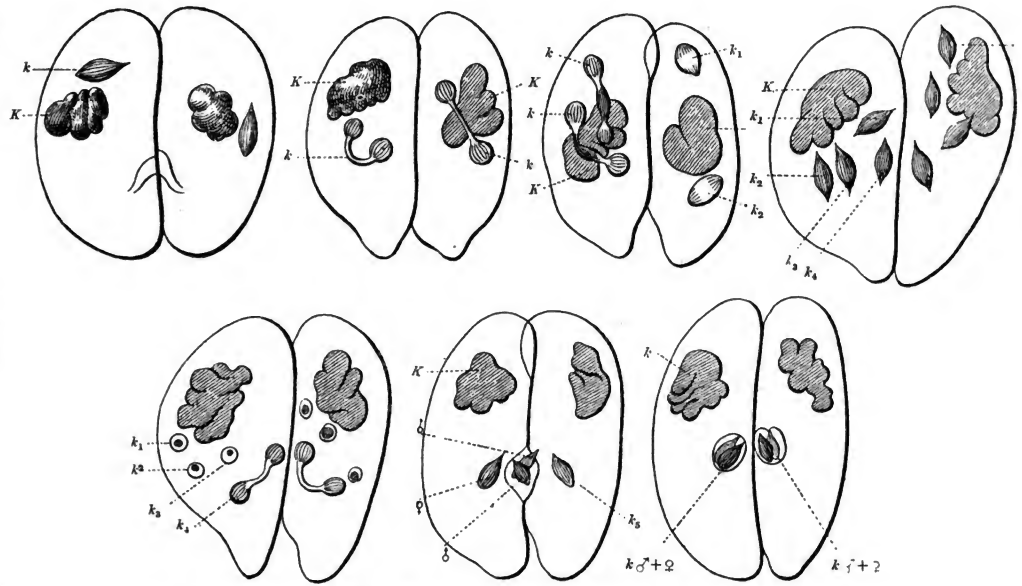


Fig. 27. Gegenseitige Befruchtung (Konjugation) von Paramaecium in 7 aufeinanderfolgenden Stadien. *K* Großkern, *k* Kleinkern. ♂ Wanderkern, ♀ ruhender Kern. (Aus Lang nach Weismann.)

Digitized by Google

beiden seinen Platz in der Mitte des Tieres beibehält, fängt der andere an zu wandern und wandert durch die Plasmabrücke, mit der die Tiere verbunden sind, hindurch, rückt auf den ruhig gebliebenen des anderen Tieres zu und verschmilzt mit ihm. Da dies in beiden Tieren gleichzeitig vor sich geht, so findet also ein Austausch der Wanderkerne statt. Nachdem dies geschehen ist, trennen sich die Tiere wieder, und durch die Teilung des befruchteten Kernes entsteht wieder ein neuer Großkern und ein Nebenkern.

Es ist klar, daß diese Kernverschmelzung nichts anderes ist als eine Befruchtung. Das, was sie nur so merkwürdig und vom gewöhnlichen Befruchtungsvorgang abweichend erscheinen läßt, ist, daß hier vor der eigentlichen Befruchtung zwei Kerne in jeder Zelle vorhanden sind, die durch Teilung auseinander hervorgegangen waren, und daß von jedem Tier einer in das andere hinüberwandert um zu befruchten. Das wird uns aber sofort klar durch die Vorstellung, daß von diesen Tieren jedes gleichzeitig Männchen und Weibchen ist, daß es die Eigenschaften eines männlichen und weiblichen Tieres zugleich in sich vereinigt, so daß die Teilung des vierten Kernes in Wanderkern und Ruhekern nichts anderes bezweckte als die Teilung in einen weiblichen und männlichen Kern, in einen männlichen, der hinüberwandert und in einen weiblichen, der liegen bleibt.

Die Abweichung des Vorganges von dem gewöhnlichen Befruchtungsprozeß wird also vor allem dadurch gegeben, daß die beiden Tiere oder Zellen sich gegenseitig befruchten. Dazu kommt ferner noch, daß die beiden sich befruchtenden Zellen nicht mit ihrem Leib verschmelzen, sondern die Verschmelzung sich lediglich auf die Kerne bezieht. Nach allem, was wir wissen, ist aber auch sonst im Tierreich die Verschmelzung der Kerne das Wesentliche am Befruchtungsprozeß.

Man kann vielleicht noch fragen, was die beiden ersterwähnten Teilungen des Kleinkerns zu bedeuten haben, bei denen die drei Kerne gebildet wurden, die zugrunde gehen. Es sei nur darauf hingewiesen, daß das der gleiche Vorgang der Ausstoßung eines Teiles der Kernsubstanz ist, den wir schon in den Sekundärcysten des Aktinosphärium kennen gelernt haben. Welche Bedeutung im Lebensprozeß der Zelle ihm zukommt, kann hier nicht näher ausgeführt werden; es ist aber ein Vorgang von grundlegender Wichtigkeit, der bei jeder Geschlechtszelle im ganzen Tier- und

Digitized by Google

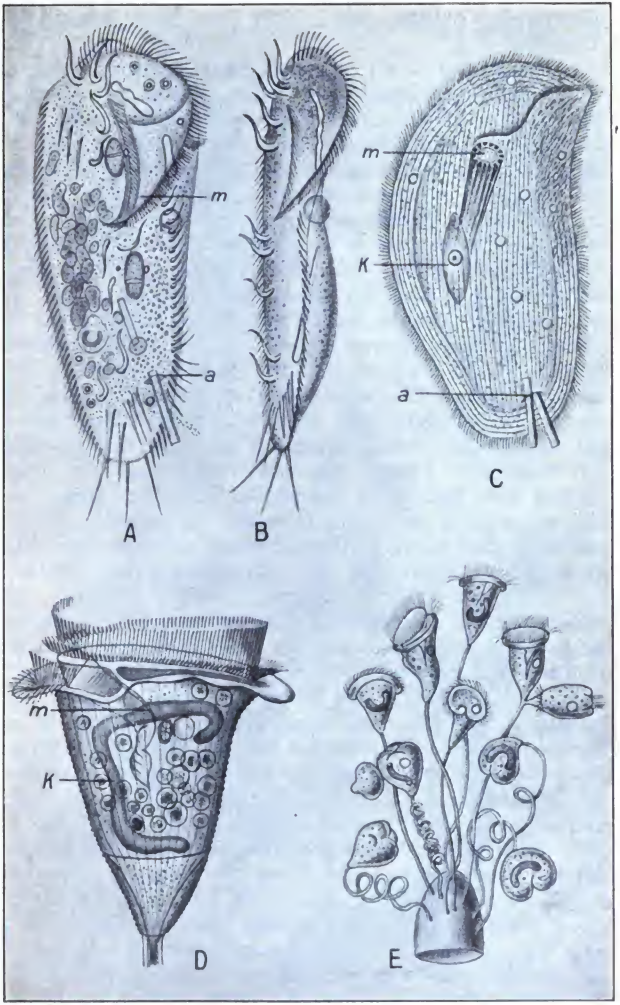


Fig. 28. Verschiedene Infusorien. A Stylonichia von der Unterseite. B dieselbe von der Seite gesehen (nach Stein). C Nassula (nach Stein). D Einzeltier und E Kolonie von Charchesium auf einer Unterlage festgewachsen (nach Lang). m Mund, k Kern, a After.

Digitized by Google

Pflanzenreich eintreten muß, bevor die Zelle befruchtungsfähig wird.

Nachdem wir so ein Infusor in seinem Bau und wichtigsten Lebenserscheinungen kennen gelernt haben, wollen wir noch einen Blick auf die Formenmannigfaltigkeit dieser Gruppe werfen. Sie unterscheiden sich voneinander durch viele Merkmale, so vor allem durch die Anordnung der Wimperhärchen. Bei dem als Beispiel gewählten Stentor fanden wir wie bei vielen anderen mit ihm in eine Gruppe gehörigen Formen die ganze Körperoberfläche bewimpert und in der Nähe des Mundes außerdem noch einen besonderen Kranz starker Cilien. Bei anderen ist der ganze Körper nur von einer Art gleichmäßiger Wimpern bedeckt, bei wieder anderen findet sich ausschließlich ein Wimperkranz um den Mund. Zu dieser Gruppe gehören die zierlichen Glockentierchen (Fig. 28 D, E), die man oft auf Schilf und Blättern festgewachsen findet. Sie haben nämlich die Eigenschaft, sich festzusetzen und an ihrer Basis einen langen Stiel auszuscheiden, auf dem sie wie eine Glockenblume auf ihrem Stengel sitzen. Oft bleiben diese Tierchen aber nicht isoliert, sondern die durch Teilung eines Muttertieres entstandenen Tochtertiere bleiben vereinigt, und wenn das immer so weiter geht, entstehen überaus zierliche, immer wieder gabelartig verästelte Stöckchen von vielen Hunderten von Tieren, die, mit unbewaffnetem Auge betrachtet, wie ein das Schilfblatt überziehender Schimmel erscheinen. Die Stöckchen dieser Carchesiumarten werden dadurch noch hübscher zu beobachten, daß die Kontraktilität, die Zusammenziehbarkeit, sich auch auf die Stiele erstreckt, die von einem muskulösen Strang durchzogen werden, der auf Reiz sich zusammenzieht und den Stiel korkzieherartig einrollt. Bei anderen, den Epistylisarten, ist der Stiel selbst unbeweglich, aber das auf ihm sitzende Glockentierchen kann umklappen, weshalb man es auch als nickendes Glockentierchen bezeichnet hat. Charakteristisch ist ferner, daß bei diesen Infusorien der Großkern oft in Hufeisenform erscheint. Und sodann erwecken sie noch besonderes Interesse dadurch, daß bei ihnen der Befruchtungsvorgang in einer von den übrigen Infusorien abweichenden und den sonst angetroffenen Verhältnissen ähnlicheren Weise verläuft. Hier werden nämlich echte männliche und weibliche Tiere gebildet. Die letzteren unterscheiden sich in nichts von den gewöhnlichen Tieren. Die Männchen kommen aber dadurch zustande, daß ein Carchesium sich direkt nacheinander zweimal

Digitized by Google

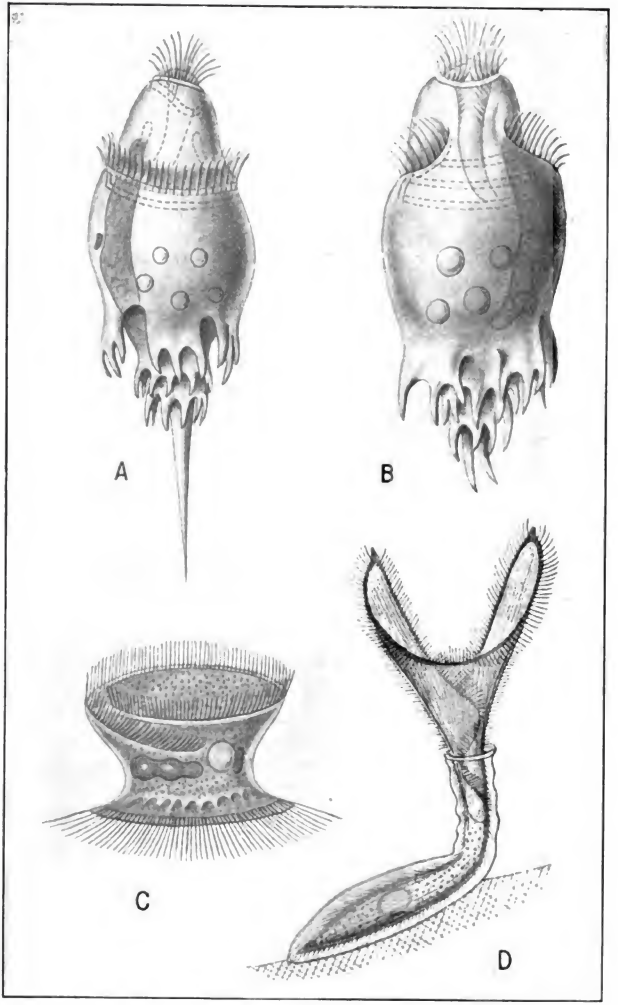


Fig. 29. Verschiedene Infusorientypen.
A u. B Ophryoscolex von der Rücken- und Bauchseite. C Trichodina. D Folliculina
(Nach Lang.)

Digitized by Google

teilt, so daß vier kleine Tiere entstehen. Diese lösen sich nun von dem Stiel los, entwickeln an ihrem hinteren Ende einen zweiten Wimperkranz und schwärmen aus. Sie schwimmen an ein weibliches Tierchen, setzen sich an ihm fest und verschmelzen nun vollständig mit ihm, genau wie eine Samenzelle mit einer Eizelle verschmilzt. Die Kleinkerne, die vorher die charakteristischen Teilungen durchgemacht haben, vereinigen sich natürlich ebenfalls.

Wieder eine andere Infusoriengruppe, von der ein Vertreter in Fig. 28 A, B abgebildet ist, zeichnet sich dadurch aus, daß der Körper stark abgeplattet ist, so daß man von einer Bauch- und einer Rückenseite sprechen kann. Die Wimpern stehen nur am Bauch, und zwar sind sie hier immer zu mehreren zu starren Borsten verschmolzen, auf denen das Tier nun wie auf zahlreichen kleinen Füßchen auf einer Unterlage laufen kann. Man sieht daher auch die Tiere — Stylonichia heißt eine häufige Form — hin und her rennen oder mit einem plötzlichen Ruck vorwärtsschießen und dann wieder stillstehen.

Damit ist natürlich die Formenmannigfaltigkeit nicht erschöpft. Da gibt es vielmehr auch höchst verwunderliche und bizarre Formen mit allen möglichen Fortsätzen am Körper, mit langen Schwanenhälsen oder solche, die sich ein zierliches Gehäuse bauen, aus dem sie lange bewimperte Flügel vorstrecken (Fig. 28 C, Fig. A, B, C, D). Doch sei damit der Beschreibung genug; wer einen Einblick in die Formenfülle bekommen will, nehme sich die Abbildungen in den großen Tafelwerken von Ehrenberg, Stein und Bütschli vor.

Wir müssen nun immer wieder auf die schon oft erwähnte und durch zahlreiche Beweise gestützte Annahme zurückkommen, daß die jetzt lebende Tierwelt durch Abstammung von niedrigeren Wesen, durch Umbildung von niederen in höhere Tiere entstanden ist, eine Theorie, die uns so viele sonst zusammenhangslose Tatsachen in der belebten Natur verständlich macht. Als ein Mittel dieser Umbildung lernten wir bereits die natürliche Zuchtwahl oder Selektion kennen. Ein anderes, zweifellos auch wichtiges werden wir kennen lernen, wenn wir jetzt noch kurz eine Gruppe von Protozoen betrachten, die man als einen besonderen Teil der Infusorien auffassen muß Es ist das der Einfluß der Umgebung, des Milieus, in dem das Tier lebt, und seiner Lebensweise, der Einfluß, den Gebrauch und Nichtgebrauch von Organen auf ihre Gestaltung ausübt. Mit Augen ausgestattete Tiere, die sich an

Digitized by Google

das Leben im Dunkeln anpassen, verlieren allmählich die Sehorgane. Besonders klar tritt uns dies Prinzip bei schmarotzenden Tieren entgegen, solchen, die sich als Parasiten auf Kosten anderer ernähren. Es ist begreiflich, daß Tiere, welche schmarotzen, eine viel bequemere Ernährungsweise haben als andere Tiere, wodurch für sie viele Einrichtungen, die andere Tiere benötigen, überflüssig sind. Vor allem brauchen sie keine Bewegungsapparate, da sie auf oder in dem Tier, zu dessen Nachteil sie leben, festsitzen. So können wir es in der Natur denn auf Schritt und Tritt verfolgen, wie solche Tiere allmählich die Bewegungsorgane verlieren. Bekannt ist das Beispiel der parasitischen Krebse, die zu unförmigen Säcken umgewandelt sind, deren Krebsnatur man nur daraus erkennt, daß aus ihren Eiern kleine Krebschen ausschlüpfen, die sich erst allmählich zu jenen Säcken rückbilden.

Wir finden auch in der Gruppe der Infusorien eine Abteilung, auf welche das eben Gesagte zutrifft. Es sind das Tiere, welche auf den ersten Blick wie Stecknadelkissen erscheinen, ein verschiedenartig gestalteter Körper, auf dem oben eine Anzahl feiner Nadeln sitzt mit dünnen Knöpfchen an ihrem äußeren Ende. (Fig. 30). Sie sind auf Pflanzen oder anderen Tieren mit Stielen oder direkt angewachsen und besitzen weder Zellmund noch Zellafter, noch Cilien oder irgend ein Fortbewegungsorgan. Durch den Besitz von Groß- und Kleinkern erweisen sie sich aber als Infusorien. Wir bezeichnen sie als Sauginfusorien, Infusorien, die zu so merkwürdiger Form umgebildet worden sind, weil sie eine halb schmarotzende Lebensweise angenommen haben.

Sie ernähren sich von anderen Infusorien, welche an den Knöpfchen der Nadeln hängen bleiben und die sie dann aussaugen (Fig. 30). Wenn wir nämlich die Nadeln näher betrachten, so sehen wir, daß sie im Innern hohl sind, daß sie feine Röhrchen darstellen. Wie nun der noch so weitgehend umgebildete parasitische Krebs in seiner Entwicklung die Krebsnatur erkennen läßt, so ist dies auch bei den Sauginfusorien der Fall. Die Fortpflanzung hat hier meist den Charakter einer Knospung, d. h. einer Teilung, bei der der neue Sprößling an Größe weit hinter dem Muttertier zurücksteht, das die Knospe nur als einen kleinen Teil seines Körpers abschnürte. Der Vorgang kann dabei derart sein, daß nur eine Knospe auf einmal entsteht, die ihren Kernanteil erhält, der sich ebenfalls vom Kern des Muttertieres ablöst, oder aber, daß gleichzeitig mehrere Knospen entstehen, wie das Beispiel der

Digitized by Google

Podophrya gemmipara zeigt. Hier treibt der Kern in zahlreiche Höcker der Tiere Äste hinein, und die Erhebungen schnüren sich dann als Knospen ab. Eine solche Knospe hat aber vollständig den Bau eines Infusors, sie ist vollständig bewimpert und schwimmt

Fig. 30. Dendrosoma, ein Sauginfusor. (Nach Lang.)

1 äußere Knospen; 2 verzweigte Stämmchen; 3 bandförmiger den Verzweigungen folgender Kern, nur teilweise (schwarz) eingezeichnet; 4 pulsierende Vakuolen; 5 Blatt einer Wasserpflanze, auf dem das Stöckchen angewachsen ist; 6 auf der Unterlage wachsende Stämmchen; 7 innere Knospen.

davon. Nach einiger Zeit setzt sie sich fest, wirft die Wimpern ab und wandelt sich wieder in ein Sauginfusor um.

Damit wollen wir die Betrachtung der Infusorien, dieser höchststehenden unter allen Protozoen, deren Erforschung schon so manches Gelehrtenleben ausfüllte und immer noch erfüllen kann, beendigen.

Digitized by Google

5. Die Protozoen als Krankheitserreger.

Bei unserer bisherigen Betrachtung der Protozoen folgten wir der natürlichen Gruppierung, dem System dieser Organismen. In diesem Kapitel seien jetzt eine Anzahl von Urtieren besprochen, die zum Teil den uns jetzt bekannten Gruppen angehören, zum Teil auch als Typen einer noch nicht erwähnten Gruppe uns entgegentreten. Der Gesichtspunkt, unter dem wir sie alle betrachten wollen, ist der ihrer Lebensweise: Es sind Protozoen, die ausschließlich als Schmarotzer parasitisch leben und deshalb eine einheitliche Besprechung verdienen, weil sie Mensch und Tier als Erreger gefährlicher Krankheiten verhängnisvoll werden können. Es gibt keine Gruppe von Lebewesen, die von solchen Parasiten verschont bleibt. Schon die Amöbe wird von anderen kleinen parasitischen Amöben befallen, und jetzt schon entwickelt sich die Kenntnis der parasitischen Protozoen zu einer besonderen, umfangreichen und wichtigen Wissenschaft. Ihre Bedeutung wird klar werden, wenn nur ein paar Krankheiten aufgezählt werden, die Protozoen ihre Entstehung verdanken. Da ist die Pebrinekrankheit der Seidenraupe, die in der Mitte des vorigen Jahrhunderts beinahe die gesamte Seidenindustrie von Südfrankreich vernichtet hätte, die Myxosporidienkrankheit unserer Fische, die ganze Fischteiche zum Aussterben bringt, das Texasfieber unserer Haustiere, die Tsetsekrankheit, die in gewissen Gegenden Afrikas und Asiens eine Viehzucht gänzlich unmöglich macht und ganze Gebiete verödet. Da sind ferner zahlreiche Krankheiten des Menschen, wie das gelbe Fieber, das die Tropen Südamerikas und Westindiens heimsucht, die Malaria, die jährlich in der ganzen Welt zahllose Opfer fordert, die Plage Zentralafrikas, das Rückfallfieber, die entsetzliche, ebenfalls in Afrika wütende Schlafkrankheit, ja vielleicht sogar die Völkergeißel, die Syphilis.

Die Plagegeister des Menschen interessieren uns ja besonders, und so wollen wir eines dieser für den Menschen so wichtigen Protozoen herausgreifen und es einer genaueren Betrachtung unterziehen, um an der Hand dieses Beispiels kennen zu lernen, wie der Schmarotzer auf den befallenen Wirt, speziell auf den Menschen, einwirkt, wie er sich im Menschen verhält, wie er in den Menschen kommt und wie der Mensch von ihm befreit werden kann. Als Beispiel diene der Erreger des Wechselfiebers, der

Digitized by Google

Malaria, der uns gleichzeitig einen Typus einer noch nicht besprochenen Gruppe von Protozoen, der Sporentierchen oder Sporozoen, darstellt.

Die Malaria hat eine ungeheuer weite Verbreitung. Es gibt kaum ein Land, in dem sie nicht auftritt; besonders die heißen Klimate sind aber von ihr verseucht. Wie verheerend sie wirken kann, mögen folgende Zahlen beweisen: In Indien sterben jährlich 5 Millionen Menschen daran; in Italien nicht weniger als 15000 Menschen, und 2 Millionen erkranken wenigstens. Dazu kommt noch eine große Anzahl von solchen, die an anderen Krankheiten sterben, an denen sie aber nicht zugrunde gingen, wenn sie nicht durch lange Malaria stark geschwächt wären. Es ist immer interessant zu verfolgen, auf welchen oft verwickelten Wegen die Wissenschaft zu einer großen Entdeckung gelangt, und so wollen wir auch hier die Erforschung der Malaria, die zu den wissenschaftlichen Großtaten des vergangenen Jahrhunderts gehört, ein Stück auf ihrem Entdeckerwege begleiten.

Die ersten Kenntnisse der Malaria sind schon sehr alt, wie man sich von einer so weit verbreiteten Krankheit leicht vorstellen kann. So fiel es auch schon lange auf, daß Malaria nur in bestimmten Gegenden verbreitet ist, daß sie besonders da wütet, wo Sümpfe, stehende Gewässer sich finden, ferner, daß sie der Mensch in den Dämmerstunden, am Abend erwirbt. Man nahm an, dies komme daher, daß zu dieser Zeit bösartige Dünste, Miasmen, aus den Sümpfen aufsteigen, die den, der sie einatmet, vergiften. Diese Ansicht blieb bis in die achtziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts die einzig herrschende. Da entdeckte im Jahre 1880 ein französischer Forscher, Laveran, daß die Malaria auf winzig kleine mikroskopische Urtierchen zurückzuführen ist, die im Blute des Menschen schmarotzen. Bekanntlich ist das Blut eine rot erscheinende Flüssigkeit, die rote Farbe haftet aber der Flüssigkeit nicht selbst an, die Blutflüssigkeit selbst ist farblos. Wenn wir aber das Blut im Mikroskop untersuchen, so finden wir darin zahllose kleine Scheibchen von ganz bedeutender Kleinheit, die zu Millionen und aber Millionen im Blute vorhanden sind. Sie sind, von der Fläche gesehen, kreisrunde Körper, von der Seite einem kleinen Napfe ähnelnd, der in der Mitte eine Delle hat. Diese roten Blutkörperchen enthalten den roten Blutfarbstoff. Sie sind es allein, die die rote Farbe des Blutes bedingen, und sie haben für das Leben des Menschen eine ganz außer-

Digitized by Google

ordentliche Bedeutung. Denn sie sind die Bestandteile des Körpers, welche die Atmung vermitteln. In der Lunge beladen sich die Blutkörperchen mit dem Sauerstoff der Luft, der eingeatmet wird, und führen ihn überall in die Gewebe hinein, wo er zur Verbrennung verbraucht wird. Sie sind also die Träger der wichtigsten Lebensfunktion, und gerade sie suchen sich die Malariaparasiten zum Wohnsitz auf. Diese sind kleine Körper von wechselnder Form, die man nach ihrem Aussehen als Amöben bezeichnen muß. Tatsächlich sind es auch amöbenartige Tiere; wir finden einen kleinen

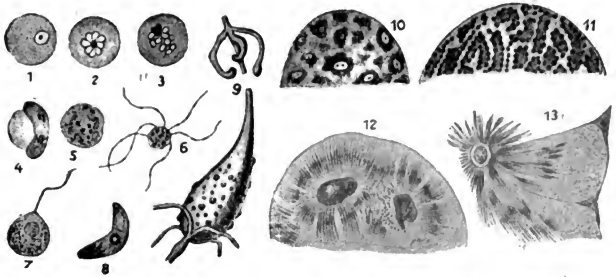


Fig. 31. Entwicklung des Malariaparasiten. (Nach Hertwig.) Erklärung im Text.

Plasmakörper mit einem Kern im Innern. Innerhalb des Blutkörperchens, das er auffrißt, wächst nun der Parasit heran. (Fig. 31,1), so daß er schließlich fast den ganzen Raum der Scheibe einnimmt. Es ist nun begreiflich, daß dieser Vorgang die schwersten Erscheinungen im Organismus hervorrufen muß. Zunächst finden wir, daß die Tierchen, wenn sie das Blutkörperchen ausgefressen haben, anfangen, sich zu teilen in der Weise, daß das Tier in eine Anzahl von kleinen Teilstücken zerfällt (Fig. 31, 2, 3), von denen jedes wieder einen Kern enthält, der aus der Teilung des ursprünglichen Kernes hervorgegangen ist. Die kleinen Teilstücke kommen durch die schließlich vollständige Zerstörung des Blutkörperchens in das Blut hinein, sie suchen sich neue Blutkörperchen auf, bohren sich in diese ein, und jedes dieser jungen Tierchen beginnt, wie das Muttertierchen, heranzuwachsen und sich wieder zu teilen, und auf diese Weise ist das Blut in kürzester Zeit von diesen Parasiten überschwemmt. Man hat nun durch Versuche festgestellt, daß diese Vermehrung in ver-

Digitized by Google

schiedenen Zeiträumen vor sich geht. Manche Arten brauchen einen Tag, andere zwei Tage, wieder andere drei Tage, und man hat weiterhin festgestellt, daß damit die Fiebererscheinung aufs engste zusammenfällt. Es tritt Fieber nur dann ein, wenn die jungen Tierchen beginnen, sich in die Blutkörperchen einzubohren. Daraus erklärt sich auch, warum das Fieber je nach der Art der Erkrankung täglich, alle zwei oder drei Tage auftritt (der Name Wechselfieber!). Durch diese Entdeckung war der charakteristische Verlauf des Wechselfiebers erklärt und auch seine oft so gefährliche Form. Es erhob sich aber die neue Frage, wie die Malariaparasiten in das Blut des Menschen gelangen.

Zunächst glaubte man, dies ganz einfach erklären zu können: die Malaria tritt da auf, wo Sümpfe sind, infolgedessen kann es nur das verunreinigte Trinkwasser sein, wodurch die Infektion vermittelt wird. Man hat nun den Versuch gemacht, sich mit solchem Trinkwasser anzustecken, aber es trat kein Wechselfieber ein. Man mußte sich daher nach anderen Quellen der Einschleppung umsehen. Eine Zeitlang glaubte man dann, daß die Malariaparasiten imstande seien, außerhalb des Körpers im Wasser ein freies Leben zu führen, sich in Pflanzen einbohren und dann mit der Nahrung aufgenommen werden. Ja man glaubte sogar eine Amöbe aufgefunden zu haben, die die freie Form des Malariaerregers darstellen sollte. Auch diese Annahme erwies sich als falsch. Um diese Zeit machte man zwei Entdeckungen, die für die Malariaforschung von größter Bedeutung waren. Ein englischer Forscher, Manson, fand, daß gewisse kleine Würmer, die im Blute des Menschen leben und hier Erkrankungen hervorrufen, von Stechmücken aufgesaugt werden, wenn diese Blut saugen. Er glaubte, daß, wenn die Mücken dann absterben, die Würmchen ins Wasser gelangen und mit diesem in den menschlichen Körper. Die zweite Entdeckung bezog sich auf den Malariaparasiten. Man untersuchte Blut eines Malariakranken, das einige Zeit in einem Glas gestanden hatte, und da fand man an manchen der Parasiten lange Fäden, wie es in Fig. 31, 6 zu sehen ist. Man stritt nun viel darüber, was das bedeuten könne und kam schließlich zur Anschauung, daß es eine Absterbeerscheinung sei, die der Parasit zeigt, wenn er eine Zeitlang außerhalb des menschlichen Körpers ist.

In dieser Zeit ging der englische Stabsarzt Roß nach Indien, ausgerüstet mit diesen Erfahrungen, und machte sich zur

Digitized by Google

Aufgabe, dort an bester Quelle, die man haben kann, die Malaria zu erforschen. Er richtete von Anfang an, auf Grund obiger Erfahrung Mansons, auf die Stechmücken den Verdacht, irgend eine Rolle bei der Malariainfektion zu spielen und suchte deshalb zunächst festzustellen, was aus den Parasiten wird, wenn die Schnake das Blut eines Malariakranken aufsaugt. Dies gelangt ja durch den Saugrüssel in den Magen der Mücke, und so untersuchte Roß den Magen der Mücken, die an malariakranken Menschen Blut gesaugt hatten. Er zog sich die Mücken aus Eiern unter Glasglocken, um sicher zu sein, daß sie vorher noch nicht gesaugt und daß sie nichts Fremdes im Magen hatten. Und da fand er, daß die Malariaparasiten hier im Magen der Mücke die obengeschilderte Form mit den vielen Fäden annehmen, woraus er schließen konnte, daß dies nicht Absterbeerscheinungen, sondern Vorgänge sind, die zu dem normalen Entwicklungsverlauf des Parasiten gehören. Was weiterhin vor sich ging, konnte er trotz der größten Mühe aber nicht feststellen. Sein Bestreben war natürlich, festzustellen, wie neue Menschen wieder infiziert werden könnten. Er nahm also Mücken, die Blut gesaugt hatten, ließ sie im Wasser sterben und suchte Menschen durch den Genuß solchen Wassers wieder zu infizieren. Das gelang aber nicht. Er stützte sich dabei auf die bis dahin unter den Forschern verbreitete Ansicht, daß die Mücken nur einmal saugen und dann sehr bald absterben. Bald zeigte sich aber, daß dies ganz falsch war. Nur die weiblichen Tiere, die tagsüber im Gebüsch versteckt sind, saugen in den Dämmerstunden Blut; sie sterben aber nur dann bald ab, wenn man ihnen keine Nahrung gibt. Füttert man sie regelmäßig, indem man sie z. B. an Vögeln Blut saugen läßt, so leben sie sehr gut weiter. Unter diesen Umständen konnte Roß auch an andere Übertragungsarten denken, und so kam er auf den Gedanken, daß die Mücken den Krankheitserreger direkt wieder auf den Menschen übertragen könnten, indem sie beim Saugen die Parasiten aufnehmen und beim nächsten Saugen an einem andern Menschen sie durch die Wunde in dessen Blut bringen. Versuche, dies zu beweisen, schlugen aber fehl; so experimentierte er 2 Jahre lang fort, ohne neue Anhaltspunkte zu finden. Da fand er zufällig in einer stark verseuchten Gegend Stechmücken, die er noch nicht gesehen hatte. Er hatte bisher angenommen, daß die gewöhnlichen grauen Moskitos, die am verbreitetsten waren, die Krankheitsüberträger sein müssen. Nun

Digitized by Google

brachte man ihm plötzlich Stechmücken, die schön gefleckte Flügel zeigten und auch sonst in mancherlei Eigentümlichkeiten von den anderen abwichen. Nähere Nachforschungen ergaben, daß diese ebenfalls sehr häufig sind, auch den Menschen stechen, aber durch versteckte Lebensweise weniger auffallen. Und als er den Magen dieser Mücken untersuchte, fand er in der Magenwand eingebohrt kleine kugelige Körper, die sich durch schwarze Farbe auszeichneten, ähnlich wie dies das Bild des Stechmückenmagens Fig. 31, 9 zeigt. Er schöpfte den Verdacht, daß diese mit der Malaria zusammenhängen können. Und der Verdacht hat sich bestätigt. Nur diese gefleckten Moskitos mit dem wissenschaftlichen Namen Anopheles können die Malaria übertragen. Es war damit die interessante Erscheinung festgestellt, daß von einer Gruppe ganz nahe verwandter Stechmücken nur eine bestimmte Gattung imstande ist, dem Krankheitserreger in ihrem Körper die nötigen Bedingungen zu geben, die später eine Übertragung möglich machen.

Leider war Roß gerade in diesem entscheidenden Moment verhindert, seine Untersuchungen fortzusetzen. Er kam nach Kalkutta, wo gerade die Pest herrschte und in großem Maßstab die Pestimpfung durchgeführt wurde. Die Eingeborenen scheuten sich hiervor und suchten ihr nach Möglichkeit zu entgehen, und so war es Roß nicht möglich, Leute zu finden, die sich zu seinen — übrigens ganz unschädlichen — Versuchen hergaben, die so eine lange Unterbrechung erfuhren.

In dieser Zeit wurden von anderer Seite merkwürdige Entdeckungen gemacht. Es gibt auch bei Vögeln eine solche Malariakrankheit, die durch einen ganz ähnlichen Parasiten hervorgerufen wird. Man fand nun, daß aus diesen sich im Magen von Stechmücken, die das Blut kranker Vögel gesaugt hatten, zum Teil große kugelige Körper entwickeln (Fig. 31, 4, 5), zum Teil ebensolche mit den langen Fäden, die wir schon kennen. Man sah weiterhin die Fäden sich loslösen, auf die großen Körper zuschwimmen und mit ihnen verschmelzen, wie es auch in Fig. 31, 7 abgebildet ist.

Jetzt war es nach Analogie mit anderen bekannten Prozessen klar, daß dies ein Befruchtungsprozeß war, daß die langen Fäden nichts anderes sind als Samenzellen männlicher Tiere, die dunkeln Kugeln den Eizellen entsprechende weibliche Tiere. Roß nahm jetzt diese Beobachtungen auf, und stellte fest, daß nach dem

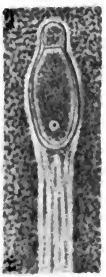
Digitized by Google

Befruchtungsvorgang aus den befruchteten Tierchen sich durch Streckung der Kugel kleine würmchenartige Wesen entwickelten, die in die Magenwand der Mücke sich einbohrten. (Fig. 31, 8).

Aus diesen Würmchen aber entwickeln sich die schwarzen Kugeln, die er vorher schon beobachtet hatte. Diese werden — immer noch in der Magenwand — immer größer, so daß man sie schließlich mit bloßem Auge als kleine Knöpfchen wahrnehmen kann (Fig. 31, 9). Nun konnte man auch feststellen, was im Innern dieser Knöpfchen vor sich ging. Mit dem Wachstum teilt sich der Kern der befruchteten Parasitenzelle immer wieder, so daß schließlich zahllose kleine Kerne vorhanden sind (Fig. 31, 10, 11). Und um jeden von ihnen grenzt sich ein Stückchen Protoplasma ab, so daß die Kugel mit zahllosen kleinen Körpern gefüllt ist, von charakteristischer stabförmiger Gestalt (Fig. 31, 12), die wir jetzt als Sporen des Parasiten bezeichnen müssen, weil die Sporen dazu bestimmt sind, den Parasiten auszubreiten (Sporozoen, Sporentierchen!). Roß bemerkte weiter, wie diese Blasen plötzlich auseinanderplatzen, und damit werden die Sporen in die Leibeshöhle der Mücke zerstreut. Sie gelangen dann in das Blut der Mücke und mit diesem in deren Speicheldrüsen. (Fig. 31, 13 zeigt die Sporen in den Zellen der Speicheldrüsen.) Beim Stich läßt die Mücke Speichel in die Wunde einfließen und nun ist es klar, auf welche Weise der Malariaparasit in das Blut des Menschen gelangt: Durch den Stich der Mücke werden diese Sporen wieder übertragen. Im Blut wandeln sie sich wieder in solche kleine amöbenartige Organismen um, diese befallen wieder ein Blutkörperchen und der ganze Kreis ist geschlossen. Es dauerte nicht lange, daß diese Entdeckung, die Roß in ihrer ganzen Vollkommenheit zunächst für die Vogelmalaria feststellte, auch für den Menschen bestätigt wurde und damit hatte man den ganzen Verlauf der Krankheit vollständig erkannt. Wir müssen, wie aus dieser kurzen Schilderung wohl schon hervorgeht, ihrem Entdecker Roß die größte Bewunderung zollen, der unter den schwierigsten äußeren Umständen in einem mörderischen Klima mit eiserner Konsequenz unbeirrt um jahrelangen Mißerfolg seine Untersuchungen zu einem für die leidende Menschheit so bedeutungsvollen Ende führte; denn mit dieser Entdeckung war natürlich sofort die Art und Weise gegeben, wie man die Malaria bekämpfen kann. Es ist klar, wenn die Fliegen die Übermittler der Malaria sind, so muß sich der Kampf gegen die Stechmücken richten. Und

Digitized by Google

in der Tat kann man diesen Kampf durchführen. Man hat die Sümpfe, in die die Stechmücken ihre Eier legen und in denen die Larven leben, auszutrocknen versucht, man hat sie mit Petroleum übergossen, damit die Larven, die an der Oberfläche Luft atmen müssen, ersticken. Aber dies läßt sich nur in bestimmten Gegenden durchführen; in Europa ist es vielfach gelungen und es ist ja wohl nur eine Frage der Zeit, daß auch in Italien die berüchtigten pontinischen Sümpfe, Europas schlimmster Malariaherd, trockengelegt werden. Aber überall läßt sich das nicht durchführen.



a

Fig. 32 a. Gregarine in Tusche sich bewegend. (Nach Lang.) *a* der ausgeschiedene Gallertstiel.

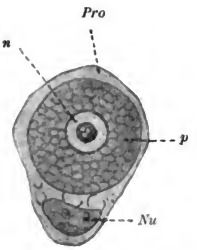


Fig. 32 b. Coccidie in einer Zelle. *n* Kern, *p* Protoplasma des Parasiten, *Nu* Kern, *Pro* Protoplasma der Wirtszelle. (Nach Lang.)

Viel sicherer ist aber eine andere Methode, nämlich die malariakranken Menschen von der Malaria zu heilen. Wir besitzen dazu ein vorzügliches Heilmittel in dem Chinin, das von alters her gegen Fieber angewendet wird. Es hat die Fähigkeit, wenn es zur richtigen Zeit eingenommen wird, die Malariaparasiten vollständig zu zerreißen. Damit ist der Stechmücke aber die Möglichkeit genommen, an kranken Menschen zu saugen und so die Krankheit auf gesunde zu übertragen. Wo man bisher energisch in dieser Weise vorgegangen ist, hat man auch den gewünschten Erfolg erzielt und so ist zu hoffen, daß mit der Zeit diese Plage der Menschheit sehr eingeschränkt wird. Wissen doch jetzt auch die Menschen, wie sie sich in verseuchten Gegenden vor Ansteckung schützen können, indem sie in den Dämmerstunden, wenn die Mücken stechen, im Haus bleiben, dieses mit dichten Fliegenfenstern versehen, die Häuser möglichst hoch

Digitized by Google

und von Sümpfen entfernt bauen und unter Moskitonetzen schlafen.

So wie der Malariaparasit gibt es zahllose Sporozoen, die alle parasitisch in den verschiedensten Organen der Tiere leben. Alle — sie sind in ihrem Bau und Lebensweise sehr verschieden — haben eine ähnliche Art der Fortpflanzung gemein, nämlich einmal eine Fortpflanzung durch Teilung, durch die sie sich in ihrem Wirt ausbreiten und dann eine nach einer Befruchtung folgende Sporenbildung, durch die die Infektion neuer Tiere bewirkt wird. Wir wollen nur einen kurzen Blick noch auf ihr Aussehen in den verschiedenen Gruppen, die man unter den Sporozoen unterscheidet, werfen. Außer den mit dem Malariaparasiten verwandten Formen, die stets im Blut schmarotzen, gibt es solche, die besonders im Zellgewebe verschiedener Organe leben wie die Coccidien, die wir in Fig. 32 b aus einer Darmhautzelle sehen. Andere, wie die Myxosporidien, leben ebenfalls in den verschiedensten Organen und sind besonders in den Kiemen der Fische gefährliche Schmarotzer (Fig. 33). Besonders hochorganisiert sind die im Darm oder der Leibeshöhle niederer Tiere lebenden Gregarinen, die die Größe von Infusorien haben. Sie können sich zum Teil mit besonderen Haken an das Gewebe ihres Wirtes festklammern. Sie sind am leichtesten zur Untersuchung zu beschaffen. Man braucht nur den Darm eines Mehlwurmes auszudrücken, um sie meist in Menge zu finden.

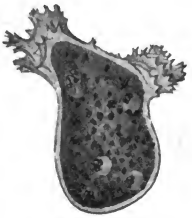


Fig. 33. Chloromyxum, ein Myxosporid. (Nach Lang.)

Sie sind auch deshalb von Interesse für uns, weil ihre Beobachtung eine neue und merkwürdige Bewegungsart uns kennen lehrt. Unter dem Mikroskop sieht man die wurmartigen Organismen stets in langsamer, gleichmäßig gleitender Bewegung umherschwimmen, ohne daß man irgend welches Bewegungsorgan erkennen könnte. Setzt man nun dem Wasser fein verriebene Tusche zu, so sieht man hinter den Tieren sich einen gleichmäßigen hellen Streifen ausziehen, wie das Kielwasser eines Schiffes (Fig. 32 a). Man schließt daraus, daß die Tiere an ihrem hinteren Ende ständig eine Gallerte ausscheiden, die vollständig durchsichtig ist und erst durch die an ihr haftenden Tuschepartikelchen sichtbar

Digitized by Google

gemacht wird. Auf dieser schieben sie sich wie auf einem ständig wachsenden Stiel vorwärts. Damit wollen wir die kurze Betrachtung der Sporozoen abschließen und noch ein paar krankheitserregende parasitische Protozoen betrachten, die den früher besprochenen Gruppen von Urtieren angehören.

Da gibt es gleich unter den Amöben solche, die nach den neuen Entdeckungen Schaudinns für den Menschen von großer Bedeutung sind. Man kannte schon lange im menschlichen Darm parasitierende Amöben, hielt sie aber für unschädliche Mitbewohner. Und das trifft, wie die neuen Erfahrungen lehren, auch für eine weit verbreitete Art zu. Es zeigte sich aber, daß daneben noch

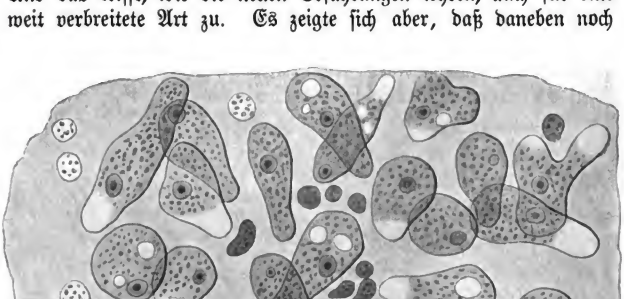


Fig. 34. Dysenterieamöben aus dem Darm eines Ruhrkranken. (Nach Lösch.)

eine zweite Art vorkommt — man unterscheidet sie als Entamoeba histolytica, von der ersteren der E. coli — die alles eher als harmlos ist. Denn sie erwies sich als Erreger der gefürchteten tropischen Ruhr, der gefährlichen Dysenterie. Die Krankheit äußert sich in schweren Durchfällen, in einer allgemeinen Darmentzündung, die schließlich zum Tode des Menschen führen kann. In der vereiterten Darmwand findet man dann unter der Darmschleimhaut eitrige Säcke, die mit den charakteristischen Amöben angefüllt sind (Fig. 34).

Diese sind dadurch ausgezeichnet, daß ihr Körper, eine gewisse Festigkeit gewonnen hat, indem die äußere Körperschicht ganz

Digitized by Google

homogen und glasartig hart ist. Dadurch ist die Amöbe imstande, sich durch die Darmwand durchzubohren. Sie sammeln sich dann in großen Mengen an und rufen, indem sie die Darmwand zerstören, die häßlichen Geschwüre hervor, die den Tod herbeiführen können. Auch die Fortpflanzung dieser bösartigen Parasiten ist ziemlich bekannt, sie verläuft wieder in Verbindung mit einem charakteristischen Befruchtungsprozeß; es sind eben die Amöben, von denen wir, wie eingangs erwähnt, geschlechtliche Vorgänge kennen.

Durch die Entdeckungen der letzten Jahre ist eine andere überaus wichtige Art von Schmarotzern in den Vordergrund des Interesses getreten, Protozoen aus der Gruppe der Geißeltierchen, die wir als Trypanosomen bezeichnen, zu deutsch Spiralleib. Ihren Namen haben sie daher, weil sie einen mehr oder minder spiralförmig gewundenen Körper besitzen (Fig. 35), der den Kern einschließt. Der Rand des Körpers wird auf einer Seite von einer dünnen Haut eingenommen — man vergleiche sie etwa mit einer Rüsche — die am Ende in den Geißelfaden ausläuft. Die Haut unterstützt durch wogende Bewegungen, die ihr den Namen undulierende Membran eintrugen, die Tätigkeit der Geißel. An ihrem Ursprung findet sich ein besonderes kernartiges Körperchen, das sich vielleicht mit dem Kleinkern der Infusorien vergleichen läßt. Wie andere Flagellaten vermehren sich auch diese durch eine Längsteilung, wobei Kern, Nebenkern und Geißelapparat mitgeteilt wird (Fig. 35 C). Eine charakteristische Eigenschaft der Trypanosomen ist schließlich noch, sich unter Umständen in größerer Zahl vorübergehend zu sternartigen Figuren zu vereinigen (Fig. 35 B).

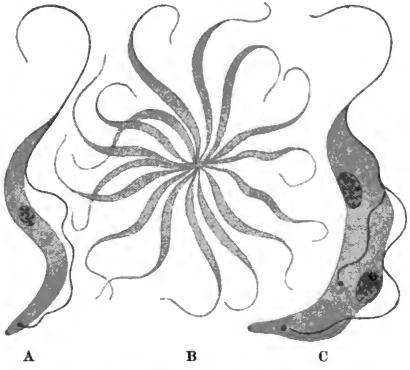


Fig. 35. Trypanosomen. A ein Einzeltier; B zahlreiche zu einem Stern zusammengeballt; C ein Tier in Teilung. (Nach Laveran und Mesnil.)

Digitized by Google

Die Trypanosomen sind größtenteils Blutschmarotzer und als solche vor allem Menschen und Säugetieren sehr gefährlich. Sie leben aber nicht, wie die Malariaparasiten, im Innern des Blutkörperchens, sondern legen sich ihm von außen an. Die Wirkung ist aber schließlich die gleiche; sie saugen es aus und rufen dadurch ebenfalls die schwersten Krankheitserscheinungen hervor. Bei den Tieren kennt man diese Krankheit schon sehr lange und besonders die Haustiere in tropischen Gegenden sind von ihr besonders geplagt. Solche Trypanosomen sind es, die die berüchtigte Tsetsekrankheit hervorrufen, eine Krankheit, welcher zahllose Haustiere im Innern von Afrika und Asien zum Opfer fallen. Es ist weiter nichts merkwürdiges, wenn wie ein Farmer erzählte, von 6000 Stück Vieh, die aus dem Innern transportiert wurden, 160 Stück die Küste erreichten, alle andern aber der furchtbaren Krankheit erlagen. Im Blute dieser Tiere findet man eine Unmenge von Trypanosomen, die sich kolossal vermehren und fieberhafte Erkrankungen hervorrufen. Die Tiere werden am ganzen Körper von einem Ausschlag befallen und gehen dann unter charakteristischen Verschwellungen elend zugrunde. Wie kommen nun wieder die Trypanosomen ins Blut und was bedeutet der Name Tsetsekrankheit? (Mit eingeborenen Worten wird sie in Afrika auch Nagana, in Asien Surra genannt.) Man wird sich nicht weiter wundern, zu erfahren, daß wieder eine Stechmücke dabei eine Rolle spielt, eine bremsenartige Fliege (hier also keine Schnake), die von den Eingeborenen Afrikas als Tsetse-Fliege bezeichnet wird. Sie ist in Fig. 36 abgebildet. Sie lebt im Gebüsch an Sträuchern und befällt von da die Tiere, sticht sie, um ihr Blut zu saugen und überträgt dabei auf ganz ähnliche Weise, wie die Stech-

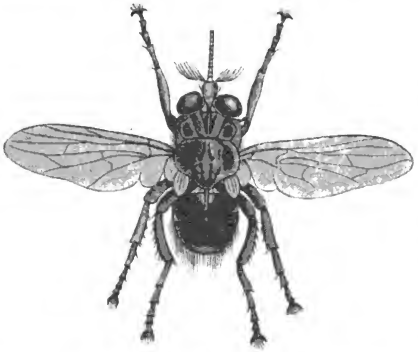


Fig. 36. Tsetse-Fliege. (Nach Laveran u. Mesnil.)

Digitized by Google

mücke des Malariaparasiten diese Trypanosomen auf andere gesunde Tiere.

Auch in dieser Tsetsefliege geht ein ähnlicher Entwicklungsgang vor sich, wie wir ihn von den Malariaparasiten kennen gelernt haben. Es ist zwar nicht genau der gleiche, aber im wesentlichen handelt es sich auch hier um einen geschlechtlichen Vorgang. Es bilden sich weibliche und männliche Formen, die männlichen Formen befruchten die weiblichen und beim Stich werden die neuen Tiere in das Blut übertragen. Zu einer Sporenbildung wie bei den Sporozoen kommt es also hier nicht.

Leider verbreitet sich die Tsetsekrankheit immer weiter und unsre afrikanischen Kolonien sind auch bereits sehr in Mitleidenschaft gezogen. Und diese Ausbreitung wird durch einen sehr merkwürdigen Umstand begünstigt. Es erkrankten plötzlich Haustiere in Gegenden in denen nie die Tsetsekrankheit war, also eine Übertragung ausgeschlossen erscheint, da ja auch die Fliegen nicht so weit fliegen. Man fand nun, daß nicht alle Tiere für die Infektion gleich empfindlich sind. Besonders empfindlich sind die Raubtiere, wie der Hund, während das große Wild, die Antilopen usw. unempfindlich sind. Sie werden aber ebenfalls wie alle anderen Säugetiere von der Tsetse-Fliege gestochen, erkranken jedoch selbst nicht. Wenn nun solches Wild in Gegenden gelangt, wo bisher die Krankheit nicht vorkam — und das kommt leicht vor, da das Wild große Wanderungen unternimmt — so wird sich die Tsetse-Fliege durch den Stich an solchen Tieren infizieren und wiederum gesunde Tiere anstecken. Damit ist natürlich gesagt, daß in unverseuchten Gegenden der Kampf zugunsten der Haustiere sich vorwiegend gegen das Wild richten muß, so sehr auch der Naturfreund die Ausrottung dieser schönen Tiere bedauern müßte.

Aber nicht nur für die Tiere ist die Trypanosomenkrankheit von solch großer Bedeutung, sie ist es auch für den Menschen. Man hat vor wenigen Jahren gefunden, daß in Afrika eine Fieberkrankheit auftritt, die in ganz ähnlicher Weise verläuft wie die Malaria. Man suchte und suchte, konnte aber den Malariaparasiten nicht finden. Da fand man im Blute Trypanosomen vor und konnte nun auch feststellen, daß sie die Erreger dieser Fieberkrankheit sind, und daß wieder die Tsetse-Fliege es ist, welche die Krankheit überträgt. Und nicht genug damit, man fand auch, daß eine andere im tropischen Afrika vorkommende

Digitized by Google

Krankheit die berüchtigte Schlafkrankheit ebenfalls von solchen Trypanosomen hervorgerufen wird. An ihr leiden vor allem die Neger Zentralafrikas, aber auch Europäer, die in diesen Gegenden lebten, sind nicht verschont geblieben. Am Kongo sollen ganze Dörfer durch sie ausgestorben sein, in andern 70% aller Einwohner erkrankt sein. Und diese gehen alle dem sicheren Tode entgegen, da eine Heilung der Schlafkrankheit bislang nicht möglich ist.

Die Schlafkrankheit äußert sich darin, daß die davon Befallenen anfangen matt zu werden, die bei der Arbeit stehenden stellen die Arbeit ein, sie schlafen im Stehen, erwachen wieder, dann gehen sie wieder weiter an ihre Arbeit, werden immer matter und gelangen schließlich in eine Art Delirium, das sie nicht mehr aufstehen läßt und im Verlauf von einigen Monaten zum sicheren Tod führt. Bei solchen Unglücklichen konnte man dann feststellen, daß Trypanosomen die Erreger sind, die an einem ganz merkwürdigen Ort sich aufhalten. Das Rückenmark und Gehirn des Menschen liegt bekanntlich im Schädel und Rückgratkanal so eingeschlossen, daß es von einer wässerigen Flüssigkeit, der Zerebrospinalflüssigkeit umgeben ist und in dieser fand man die Trypanosomen vor ,also in nächster Nachbarschaft der edelsten Organe, Gehirn und Rückenmark. Es ist begreiflich, daß sie hier schwere Schädigungen hervorrufen können und das Krankheitsbild, das sie hervorrufen, sehr dem einer schweren Hirnhautentzündung gleicht.

Man hat bis jetzt noch kein Mittel gegen die Schlafkrankheit finden können; dagegen ist ihr Fortschreiten ein ganz ungeheures und sie ist in ständigem Zunehmen begriffen. Jetzt ist ihr Zentrum der Viktoriasee und besonders betroffen der Kongostaat und Britisch-Ostafrika. Aber sie steht schon an der Grenze von Deutsch-Ostafrika und von Oberägypten und die Möglichkeit des Eindringens in die beiden Länder ist keine geringe. Denn die Stechmücke lebt in Büschen an Flußläufen, und da nun die Hauptverkehrsadern im allgemeinen an Flußläufen entlang gehen, wird sie hauptsächlich den Verkehrsstraßen entlang verbreitet, d. h. mit wachsendem Verkehr und der Erschließung des Landes schreitet auch die Krankheit fort.

Daß man noch kein Mittel gegen die Schlafkrankheit gefunden hat, beruht darauf, daß die Trypanosomen durch das Chinin gar nicht beeinflußt werden. Man ist auch nicht imstande, in der Weise vorzugehen wie bei Bakterienkrankheiten. Gegen

Digitized by Google

diese stellt man ja ein Heilserum her, das man den kranken Menschen einspritzt. Es wird dies so gewonnen, daß man Tieren die betreffenden Krankheitserreger einimpft. Das Blut bildet dann ein Gegengift gegen diese Krankheitserreger und dieses impfen wir dann dem erkrankten Menschen ein. Natürlich hat man zahlreiche Versuche gemacht, um auch bei den Trypanosomen ein solches Gegengift zu finden, bisher ist es aber noch nicht gelungen. Bei gewissen tierischen Tropenkrankheiten hat man kleine Erfolge erzielt, aber bei den Krankheiten der Menschen nicht, nicht einmal bei den schweren Krankheiten der Haustiere, wo die Erfolge von der größten wirtschaftlichen Bedeutung wären.

Man kennt auch noch eine andere Form von Krankheitserregern, Flagellaten, die den Trypanosomen außerordentlich nahestehen. Man hat bei gewissen Krankheiten auch wieder im Blute Körper gefunden, die wie ein feingebogener Faden aussehen (Fig. 37); sie sind von außerordentlicher Kleinheit und kann man sie nur mit den allerstärksten Vergrößerungen auffinden. Auch diese trypanosomenartigen Tiere, die in ihrem Innern einen ganz feinen Kern besitzen, tragen am Körperende eine Geißel, mit der sie im Blute umherschwimmen Man nennt sie Spirochaeten. Sie sind es, welche ein außerordentlich weit verbreitetes Fieber, das sogenannte Rückfallfieber erzeugen, das in Südeuropa schon zu den Volksplagen gehört, und an dem in Zentralafrika die gesamte eingeborene Einwohnerschaft einmal im Leben erkrankt sein soll. Und auch bei diesem ist festgestellt worden, daß Gliedertiere die Übermittler darstellen, aber nicht die Stechmücken, sondern Wanzen und Zecken. In Südeuropa sind es Wanzen, in Afrika sind es Zecken, die Holzböcke, die in Gebüschen sitzen und sich auf die vorbeigehenden Menschen niederfallen lassen, um Blut zu saugen. Und eine solche Spirochaete ist es möglicherweise auch, die nach den neuesten Entdeckungen Schaudinns die Syphilis verursacht. Noch viele andere, besonders tropische Krankheiten werden auf Protozoen zurückgeführt. Wir stehen noch mitten in ihrer Erforschung, die bei dem Eifer, mit dem sich die Gelehrten auf sie geworfen haben, in der nächsten Zeit wohl manches Neue zutage fördern wird.

Fig. 37. Spirochaete.

Es sei nur zum Schluß dieses Abschnittes noch eine Krankheit erwähnt, die uns die Richtigkeit des eingeschlagenen

Digitized by Google

Forschungsweges beweisen soll, nämlich das gelbe Fieber. Es ist im tropischen Amerika überall verbreitet und fordert in Westindien zahlreiche Opfer. Bisher konnte ihm kein Mensch entgehen, der dort lebte und im Freien arbeitete. In Para z. B. kann man am Abend das Weichbild der Stadt nicht verlassen, ohne sich das gelbe Fieber zuzuziehen. Der Erreger der Krankheit ist nun bisher noch gar nicht bekannt, aber doch wissen wir, daß es bestimmt ein Protozoon sein muß. Vielleicht ist es so klein, daß wir es mit den stärksten Vergrößerungen noch nicht zu Gesicht bekommen können. Man hat versucht, sie durch eines der erwähnten Filter zu treiben, durch dessen ganz feine Poren man die feinsten Körper isolieren kann. Aber auch durch dieses gingen sie hindurch. Es ist fraglich, ob wir sie noch finden werden. Man weiß aber genau, daß sie von einer Stechmückenart übertragen werden. Auch diese saugen das Blut des Menschen und zwar können sie nur in den ersten 3 Tagen der Erkrankung den Parasiten aufnehmen. Dann macht die Fliege einen Verdauungsprozeß durch, der 11 Tage dauert und dann nach 11 Tagen sind sie imstande, wieder auf einen Menschen das gelbe Fieber zu übertragen.

Man hat auch hier, nachdem man den Entwicklungsgang kennen gelernt hatte, den Kampf gegen das gelbe Fieber aufgenommen. Es war dies hier noch viel leichter als bei der Malaria wegen der obengenannten Zeitverhältnisse. Wenn die Mücke sich nur in den ersten 3 Tagen infizieren kann, so ist nachher jede Gefahr der Übertragung ausgeschlossen. Man muß nur einen Menschen drei Tage nach Erwerb der Krankheit isolieren, ihn in Häusern schlafen lassen, die fest mit Moskitonetzen vergittert sind, dann kann sich auch keine Mücke an ihm infizieren. Hand in Hand damit muß dann eine Bekämpfung der Mücken gehen durch Austrocknung der Sümpfe. Man hat damit außerordentlich gute Erfahrungen gemacht, wie die folgenden Zahlen beweisen. In Havana starben am gelben Fieber im Jahre 1893 482, 1895 549, 1896 1355 Menschen. Im Jahre 1901 begann man mit der planmäßigen Sanierung. In diesem ersten Jahr ging die Zahl der Todesfälle auf 5 zurück und in der ersten Hälfte von 1902 kam überhaupt kein Fall mehr vor. Dieser Erfolg gegenüber einem unbekannten Parasiten, beweist also die Richtigkeit des eingeschlagenen Forschungsweges. Damit wollen wir dieses interessante Kapitel, das der bedeutungsvollen Beziehungen der Urtiere zum Menschen und seiner Kultur, beschließen.

Digitized by Google

6. Die mikroskopische Tierwelt im Haushalt der Natur.

Nachdem uns jetzt die Einzelbetrachtung mit den wichtigsten Gliedern der mikroskopischen Lebewelt, soweit sie dem Stamm der Urtiere angehören, bekannt gemacht hat, wollen wir uns zum Schluß noch die Frage vorlegen: Wie stellt sich die mikroskopische Tierwelt zum Naturganzen, welche Rolle spielt sie im gesamten Haushalt der Natur? Bei dieser Gelegenheit wollen wir sie auch von dem Standpunkt aus betrachten, von dem wir sie bis jetzt noch nicht angesehen haben, von dem Standpunkt der Nützlichkeit für den Menschen, nachdem wir sie im vorigen Kapitel in ihrer Gefährlichkeit kennen lernten. Wir können uns bei dieser Betrachtung allerdings nicht mehr auf die Protozoen beschränken, sie muß sich auf die Gesamtheit der mikroskopischen Lebewelt erstrecken, also Bakterien, Pflanzen, Protozoen, Krebschen usw. Diese insgesamt bevölkern in ungeheuren Mengen die Fluten der Teiche, Seen und Meere, und zwar schweben sie in größeren oder geringeren Tiefen frei durch die Fluten. Man nennt sie in ihrer Gesamtheit das Plankton, d. h. das was umhergetrieben wird. Dieses Plankton spielt im Haushalt der Natur eine ungeheure Rolle. Und zwar gilt dies sowohl für unsere Flüsse, Teiche, stehenden Seen, wie auch das Weltmeer. Wir wollen uns bei ihrer Betrachtung nur an das Plankton des Meeres halten, weil dieses alle Punkte in viel größerem Maßstabe zeigt. Das, was das Plankton für den Menschen so wichtig erscheinen läßt, ist, daß es die Hauptnahrung der Nutzfische bildet, die sich entweder zeitlebens davon nähren oder doch wenigstens als Jungfische. Die Fischerei bildet aber einen Erwerbszweig für viele Millionen Menschen, die Fischnahrung stellt einen wesentlichen Teil des Gesamtkonsums dar, so daß alle mit der Fischerei zusammenhängenden wissenschaftlichen Fragen auch von eminenter praktischer Bedeutung sind. Und umgekehrt sind die aus praktischen Gesichtspunkten heraus unternommenen Forschungen auch wieder geeignet, neue wissenschaftliche Ausblicke zu erschließen.

Will man es in die Hand bekommen, auf die Rentabilität eines landwirtschaftlichen Betriebs einzuwirken, so muß man vor allen Dingen den Stoffumsatz, der sich im Boden vollzieht,

Digitized by Google

kennen; wir müssen wissen, auf welchen chemischen Bedingungen die Bildung der Ackerprodukte basiert, um den Ertrag des Ackers steigern zu könnnen. Für die Landwirtschaft ist dieses tatsächlich auch seit Justus von Liebig bekannt.

Ebenso aber ist es unsere Aufgabe, zu erforschen, wie wir das Meer vernünftig bewirtschaften können, um seinen Fischertrag zu steigern. Um dies zu ermöglichen, müssen wir die Bedingungen, die sich hier geltend machen, aufs genaueste kennen, wir müssen versuchen, uns den Stoffwechsel im Meere klar zu machen.

Also die Fische, welche hier in Betracht kommen, leben vorwiegend von Plankton, von mikroskopisch kleinen Tieren. Diese leben aber ebenfalls von Planktonorganismen. Wir haben nun mehrmals schon besprochen, daß die Tiere nicht imstande sind, aus der Luft den Kohlenstoff, den sie für das Leben brauchen, herauszunehmen und ebenso auch den Stickstoff. Wir können nicht aus den Bestandteilen der unbelebten Welt die Eiweißkörper, die wir zum Aufbau unseres Körpers brauchen, herstellen. Ein Tier kann nur fertig vorgebildete, hochkomplizierte Nahrungskörper zu sich nehmen. Die Pflanze dagegen kann anorganisches Material assimilieren. Sie nimmt das, was sie zum Leben braucht, unmittelbar aus der Luft, aus dem Erdboden und Wasser auf. Außer dem Kohlenstoff ist das vor allem der Stickstoff, ein Element, das überall im Boden in Form von Salzen vorhanden ist und das einen wesentlichen Bestandteil gerade der wichtigen Eiweißkörper darstellt. Es muß also jeder Stickstoff, der sich im tierischen Körper als Eiweiß findet, einmal durch eine Pflanze gegangen sein, die daraus lebende Substanz aufbaute. Damit sind wir schon der Bedeutung des Planktons näher gekommen. Wir essen Fische, die Fische essen Plankton, die Planktontierchen nähren sich in letzter Linie wieder von mikroskopischen Pflänzchen, die aus dem im Meer gelösten Stickstoff Eiweiß aufbauen. Die Planktontiere sind also ein wichtiges Zwischenglied für den Übergang der Nahrung von der Pflanze zum höheren Tier. Das Meer ist also sozusagen als Wiese zu bezeichnen, auf der eine ungeheure Menge kleiner Pflänzchen wächst, die fortgesetzt von den Planktontierchen abgegrast werden.

Die Pflänzchen nehmen den Stickstoff also aus dem Wasser auf; und zwar können sie das nur, wenn er sich darin gelöst befindet in Form von stickstoffhaltigen Salzen. Direkt aus der Luft, also in Gasform, kann der Stickstoff auch von der Pflanze

Digitized by Google

nicht verwandt werden (mit einer nicht hierher gehörigen Ausnahme). Wenn nun die Pflanzen große Mengen von Stickstoff aus dem Meer nehmen, so sollte man annehmen, daß der Vorrat einmal erschöpft wird und daß dadurch tierisches und pflanzliches Leben nicht mehr möglich ist. Da dies nicht der Fall ist, so muß er wieder ersetzt werden. Von der anderen Seite ist es ja auch klar, daß nach dem Gesetz von der Erhaltung des Stoffes der Stickstoff, der im pflanzlichen und tierischen Organismus aufgestapelt ist, auch wieder irgendwo hinkommen muß; der Stickstoff kann nicht aus der Welt hinaus, es muß mit ihm wieder etwas geschehen. Wenn das Tier oder die Pflanze stirbt, so verfault, verwest ihr Leib; ein Leichnam kann aber nicht aus sich selbst heraus verfaulen: Der Fäulnisprozeß ist nur möglich in Gegenwart von Bakterien, also wieder von einfachen Lebewesen, welche die Fähigkeit haben, lebende Substanz zu zersetzen. Diesen Zersetzungsprozeß aber nennen wir Fäulnis. Er stellt nichts anderes dar als die Auflösung, die Spaltung kompliziert gebauter chemischer Substanzen in einfacher gebaute. Die letzteren sind aber solche Stickstoffverbindungen, die schließlich durch die Wirkung der Bakterien in lösliche Salze übergeführt werden, die sich im Meerwasser auflösen und der Prozeß beginnt wieder von neuem, der Kreislauf des Stickstoffs ist geschlossen. Das ist aber nicht die einzige Quelle, aus der das Wasser seinen Stickstoffvorrat nimmt. Es nimmt ihn auch aus den Niederschlägen. Jeder Regentropfen enthält stickstoffhaltige Salze, und die vielen Regen, die auf das Meer herabrieseln, bringen ihm auch diese zu. Das gleiche gilt von den Flüssen. Wenn nun der Stickstoff dem Meere immer zugeführt würde, ohne daß eine Abnahme desselben stattfände, so müßte schließlich das Meer vergiftet werden; denn so nötig die Tiere und Pflanzen den Stickstoff zum Aufbau des Leibes haben und letztere nur leben können, wenn gewisse Mengen desselben vorhanden sind, so wirkt der Stickstoff, wenn er im Übermaße vorhanden ist, als Gift, indem Tier und Pflanze nicht in einer konzentrierteren Stickstofflösung leben können. Es muß deshalb bei zu starker Anreicherung wieder für die Abnahme dieses Elementes gesorgt sein, und diese Regulierung besorgen wieder die Bakterien. Es gibt Bakterien, die in ungeheuren Mengen im Meere vorhanden sind, und die die Fähigkeit haben, gewisse Stickstoffkörper so zu zerlegen, daß sie nicht mehr durch Lösung im Meerwasser dies stickstoffreicher machen können, die

Digitized by Google

also den überschüssigen Stickstoff zerstören oder, besser gesagt, unschädlich machen und so ständig das Wasser entgiften, den notwendigen Ausgleich besorgen.

Dieser kurze Einblick in den Stoffwechsel des Meeres — das große Naturganze hat, wie man sieht, ebenfalls einen Stoffwechsel — mag gezeigt haben, von welcher Bedeutung die Erforschung dieser Verhältnisse ist. Man wird sich aus dem wenigen Gesagten ableiten können, daß bei genügender Kenntnis der Vorgänge und exakter, zahlenmäßiger Erforschung man soweit kommen muß, den Ertrag des Meeres wie eines Ackers vorausberechnen zu können und damit auch durch sachgemäße Wirtschaft steigern zu können. Voraussetzung ist, daß die Meere in ihrer chemischen Zusammensetzung genau erforscht werden, festgestellt wird, was hineinkommt, und daß wir einen Überblick über die Masse und Verteilung der mikroskopischen Lebewelt, über das Plankton haben, von dem wir ja hier ausgegangen sind.

Dementsprechend werden auch jetzt von internationalen Komissionen durch zahlreiche Gelehrte ständige Planktonuntersuchungen ausgeführt. Sie fangen mit besonderen Apparaten das Plankton aus genau gemessenen Wassermengen, stellen seine Masse fest und ihre Verteilung auf die verschiedenen Organismengruppen. Sie messen seine Dichtigkeit zu verschiedenen Tageszeiten, seine vertikalen und horizontalen Wanderungen, kurz suchen alle Faktoren festzustellen, die dessen Verbreitung und Masse beeinflussen. Zweifellos eine sehr mühevolle Arbeit, die aber wohl schließlich den gewünschten Erfolg, die Beherrschung der Meeresproduktion, haben wird.

An kleineren Objekten als es das große Weltmeer ist, an Teichen, hat man die Erfahrungen schon besser verwerten können. Es hat sich gezeigt, daß die Dorfteiche, in die aller Unrat geleitet wird, die erträgnisreichsten Fischwässer sind. Denn die Einleitung der Abwässer ist nichts anderes als eine Art von Düngung: Der Teich wird gedüngt mit stickstoffhaltigen Substanzen, welche dem Plankton zur Nahrung dienen, und die Menge dieses ist entscheidend für den Fischbestand. Bei solchen Teichen kann man dann natürlich zu ganz genauen Ergebnissen gelangen, wenn man sie ausfischt und das Erträgnis auf die Wassermenge berechnet.

Hierher gehört auch eine Erscheinung, die noch kurz gestreift sei, weil sie auf das engste mit der mikroskopischen Lebewelt zusammenhängt, die biologische Selbstreinigung der Flüsse. Es hat

Digitized by Google

sich gezeigt, daß Flüsse, die bei einer Großstadt mit allen möglichen Abwässern überschwemmt werden, so daß ihr Wasser völlig getrübt ist, nicht weit unterhalb der Stadt wieder klar sind, so nahe, daß die Reinigung durch Absetzen des Schmutzes unmöglich erzielt sein kann. Auch hierfür ist die mikroskopische Tierwelt verantwortlich, die das Reinigungsgeschäft übernimmt.

Noch in einer anderen Weise tritt uns die Tätigkeit der mikroskopischen Tierwelt im Naturganzen entgegen. Wir sprachen früher davon, daß von den die Fluten des Meeres bevölkernden Radiolarien und Foraminiferen ständig zahllose absterben, deren leere Schalen und Skelette wie ein Regen auf den Meeresboden hinabrieseln. Man hat ausgerechnet, daß in einem Gramm Meeressand bis 50000 solcher Schalen enthalten sind. Man bezeichnet ihn direkt nach den vorwiegend darin enthaltenen Tieren als Foraminiferensand, Globigerinenschlamm usw. Nun weiß man aus dem geologischen Aufbau der Erde, daß ein großer Teil der Erdrinde dadurch gebildet worden ist, daß mineralische Substanzen sich allmählich auf den Boden des Meeres abgesetzt haben. Im Laufe der Jahrmillionen haben sich diese feinsten Teilchen aufeinander geschichtet und sind schließlich zu festen Gesteinen verklebt. Die Gesteinsmassen sind also zum großen Teil durch Sedimentierung auf dem Grund des Meeres entstanden. Darnach ist es gewiß begreiflich, wie aus diesen zahllosen winzig kleinen Schalen sich allmählich ebenfalls Gesteine bilden können. Und dies ist auch der Fall; wenn man gewisse Kalksteine untersucht, indem man sehr feine Schliffe von ihnen anfertigt, so sehen wir bei der mikroskopischen Betrachtung zahllose winzig kleine Schalen, Kalkschalen, welche von genannten Tieren herstammen (Fig. 38). Man kennt solche Kalksteine aus den verschiedensten Gegenden der Erde. Sie bilden oft Lager von bedeutender Mächtigkeit. Die ägyptischen Pyramiden z. B. sind ausschließlich aus Gestein aufgebaut, das aus — allerdings sehr großen — Foramini-

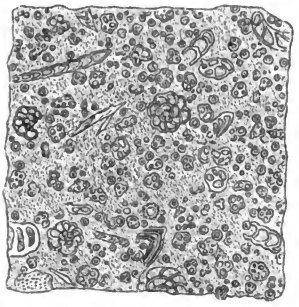


Fig. 38. Aus Schalen von Kammerlingen aufgebautes Gestein. (Nach Zittel.)

Digitized by Google

ferenschalen, den schon erwähnten Nummuliten gebildet ist. Auch ein großer Teil der Stadt Paris, ist aus Foraminiferengestein aufgebaut Die gesamten Kreidefelsen von Rügen und der Küste von England sind ebenfalls Produkte von solchen Tieren. Unter dem Mikroskop findet man in jeder Kreide eine Unmenge feiner Schalen verschiedenster Art, besonders die Schalen der erwähnten Kammerlinge, daneben kleine Körper, die etwa die Form eines Hemdknopfes haben (Fig. 39). Gerade diese kannte man schon

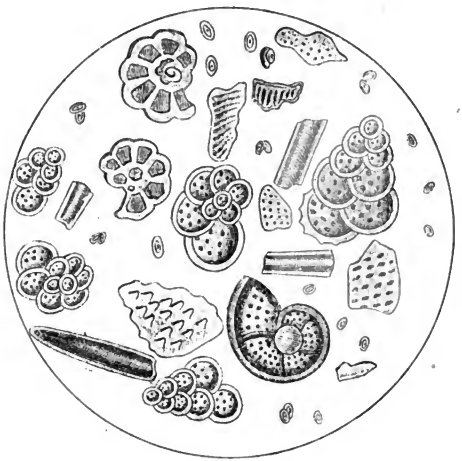


Fig. 39. Kreide. (Nach Zittel.)

lange, da man sie auch jetzt noch in dem weichen Meeresschlamm eingebettet findet. Sie spielen eine gewisse Rolle in der Geschichte der Zoologie. Man fand sie zuerst zur Zeit der überschäumenden Begeisterung für die neugeschaffene Abstammungslehre. Sie kamen aus der Tiefe des Weltenmeeres eingebettet in eine zähe schleimige Masse. Mit Begeisterung erklärte man diese für den Urschleim, der den Boden des Meeres bedeckt und aus dem sich alle Lebewesen herausdifferenzieren sollten, und nannte ihn Bathybius. Es zeigte sich aber später, daß der Bathybius, in dem die hemdknopfförmigen Kalkkörperchen, die Coccolithen, lagen,

Digitized by Google

nichts anderes war als ein durch Alkoholeinwirkung entstandener Gipsniederschlag. Die Natur der Coccolithen wurde aber erst vor nicht langer Zeit aufgeklärt, indem man fand, daß sie die Gehäuse winzig kleiner Flagellaten darstellen, die dadurch ebenso wie die Foraminiferen und Radiolarien zu den gesteinbildenden Protozoen gehören.

Anhang.

Die wissenschaftliche Literatur über die hier behandelten Dinge zählt nach Tausenden von Arbeiten, deren Studium dem selbständig arbeitenden Forscher unerläßlich ist. Es seien hier deshalb nur einige Werke angeführt, die zur ersten Orientierung oder für die ästhetische Betrachtung nützlich sind.

Die gesamte mikroskopische Lebewelt des Süßwassers findet man behandelt in:

Lampert, K. Das Leben der Binnengewässer. Leipzig 1899,

das aber auch die gesamte übrige Lebewelt unserer Gewässer ausführlich bespricht. Als Nachschlagewerk für die mikroskopischen Süßwasserbewohner empfiehlt sich:

Eyferth, B. Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreichs. 3. Aufl. Braunschweig 1900.

Zur wissenschaftlichen Bestimmung von Protozoen des Süßwassers verwendet man:

Blochmann, F. Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. Abt. I. Protozoa. 2. Aufl. Hamburg 1895.

Als Nachschlagewerk für alles die Protozoen betreffende, sowie die Literatur bis 1887 dient das Monumentalwerk der Protozoenkunde:

Bütschli, O. Protozoa. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Leipzig u. Heidelberg 1880—1889. 3 Bde.

Eine vorzügliche Zusammenfassung der neueren Kenntnisse gibt:

Lang, A. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. 2. Aufl. 2. Lief. Protozoa. Jena 1901.

Über die Protozoen als Krankheitserreger gibt Auskunft

Doflein, F. Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger. 2. Aufl. Jena (im Druck).

Die Lebenserscheinungen der Protozoen in ihrem Verhältnis zur allgemeinen Wissenschaft vom Leben sind in glänzender Darstellung geschildert in:

Verworn, M. Allgemeine Physiologie. Jena 1901.

Die Fortpflanzungsverhältnisse der Protozoen studiert man vor allem aus den klassischen Schriften von O. Bütschli, R. Hertwig, F. Schaudinn.

Digitized by Google

Um einen Einblick in die Formenmannigfaltigkeit der einzelnen Gruppen zu erlangen, konsultiere man die umfangreichen Atlanten zu nachstehenden Werken:

Schulze, M. Über den Organismus der Polythalamien. Leipzig 1854.
Haeckel, E. Die Radiolarien. Eine Monographie. 1. Berlin 1862. 2. Berlin 1887. 3. u. 4. Berlin 1888.
Leidy, Freshwater Rhizopods of North-America. U. St. Geological Survey of the Territories. V. 12. 1879.
Brady, A. B. Report on the Foraminifera, Challenger Report Zool. Vol. 9. 1873—76.
Brandt, K. Die koloniebildenden Radiolarien des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Bd. 13. 1885.
Ehrenberg, G. Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.
Stein, Fr. Der Organismus der Infusionstiere. 3 Abt. Leipzig 1859.
Kent, S., A manual of the Infusoria. London 1880—82.

Die mikroskopische Tierwelt im Rahmen der gesamten Zoologie findet man behandelt in dem berühmten Lehrbuch:

Hertwig, R. Lehrbuch der Zoologie. 8. Aufl. 1907.

Digitized by Google

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Geheftet 1 Mark.

in Bändchen von 130–160 Seiten. Jedes Bändchen ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich.

Gebunden Mk. 1.25.

Die Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" sucht ihre Aufgabe nicht in der Vorführung einer Fülle von Lehrstoff und Lehrsätzen oder etwa gar unerwiesenen Hypothesen, sondern darin, dem Leser Verständnis dafür zu vermitteln, wie die moderne Wissenschaft es erreicht hat, über wichtige Fragen von allgemeinstem Interesse Licht zu verbreiten. Sie will dem Einzelnen ermöglichen, wenigstens an einem Punkte sich über den engen Kreis, in den ihn heute meist der Beruf einschließt, zu erheben, an einem Punkte die Freiheit und Selbständigkeit des geistigen Lebens zu gewinnen. In diesem Sinne bieten die einzelnen in sich abgeschlossenen Schriften gerade dem „Laien" auf dem betreffenden Gebiete in voller Anschaulichkeit und lebendiger Frische eine gedrängte, aber anregende Übersicht.

Aberglaube s. Heilwissenschaft.

Abstammungslehre. Abstammungslehre und Darwinismus. Von Professor Dr. R. Hesse. 2. Auflage. Mit 37 Figuren im Text.

Die Darstellung der großen Errungenschaft der biologischen Forschung des vorigen Jahrhunderts, der Abstammungslehre, erörtert die zwei Fragen: „Was nötigt uns zur Annahme der Abstammungslehre?" und — die viel schwierigere — „wie geschah die Umwandlung der Tier- und Pflanzenarten, welche die Abstammungslehre fordert?" oder: „wie wird die Abstammung erklärt?"

Algebra s. Arithmetik.

Alkoholismus. Der Alkoholismus, seine Wirkungen und seine Bekämpfung. Herausgegeben vom Zentralverband zur Bekämpfung des Alkoholismus. 3 Bändchen.

Die drei Bändchen sind ein kleines wissenschaftliches Kompendium der Alkoholfrage, verfaßt von den besten Kennern der mit ihr verbundenen sozial-hygienischen und sozial-ethischen Probleme. Sie enthalten eine Fülle von Material in übersichtlicher und schöner Darstellung und sind unentbehrlich für alle, denen die Bekämpfung des Alkoholismus als eine der wichtigsten und bedeutungsvollsten Aufgaben ernster, sittlicher und sozialer Kulturarbeit am Herzen liegt.

Band I. Der Alkohol und das Kind. Von Professor Dr. Wilhelm Weygandt. Die Aufgaben der Schule im Kampf gegen den Alkoholismus. Von Professor Martin Hartmann. Der Alkoholismus und der Arbeiterstand. Von Dr. Georg Keferstein. Alkoholismus und Armenpflege. Von Stadtrat Emil Münsterberg.

Band II. Die wissenschaftlichen Kurse zum Studium des Alkoholismus. Von Dr. jur. v. Strauß und Torney. Einleitung. Von Professor Dr. Max Rubner. Alkoholismus und Nervosität. Von Professor Dr. Max Laehr. Alkohol und Geisteskrankheiten. Von Dr. Otto Juliusburger. Alkoholismus und Prostitution. Von Dr. O. Rosenthal. Alkohol und Verkehrswesen. Von Eisenbahndirektor de Terra.

Band III. Einleitung. Alkohol und Seelenleben. Von Professor Dr. G. Aschaffenburg. Alkohol und Strafgesetz. Von Dr. Otto Juliusburger. Errichtungen im Kampf gegen den Alkohol. Von Dr. B. Laquer. Einwirkungen des Alkohols auf die inneren Organe. Von Dr. G. Liebe. Alkohol als Nahrungsmittel. Von Professor Dr. Neumann. Älteste deutsche Mäßigkeitsbewegung. Von Pastor Dr. Stubbe. Eröffnungsansprache. Von Dr. jur. von Strauß und Torney. Schlußwort. Von Regierungsrat Dr. Weymann.

Digitized by Google

Ameisen. Die Ameisen. Von Dr. Friedrich Knauer. Mit 61 Figuren.

Faßt die Ergebnisse der so interessanten Forschungen über das Tun und Treiben einheimischer und exotischer Ameisen, über die Vielgestaltigkeit der Formen im Ameisenstaate, über die Bautätigkeit, Brutpflege und ganze Ökonomie der Ameisen, über ihr Zusammenleben mit anderen Tieren und mit Pflanzen, über die Sinnestätigkeit der Ameisen und über andere interessante Details aus dem Ameisenleben zusammen.

Amerika (s. a. Schulwesen). Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben. Von Professor J. Laurence Laughlin.

Ein Amerikaner behandelt für deutsche Leser die Fragen, die augenblicklich im Vordergrunde des öffentlichen Lebens in Amerika stehen, auf Grund des Resultats eines sorgfältigen und eingehenden Studiums einer langen Reihe von Tatsachen: Den Wettbewerb zwischen den Vereinigten Staaten und Europa — Schutzzoll und Reziprozität in den Vereinigten Staaten — Die Arbeiterfrage in den Vereinigten Staaten — Die amerikanische Trustfrage — Die Eisenbahnfrage in den Vereinigten Staaten — Die Bankfrage in den Vereinigten Staaten — Die herrschenden volkswirtschaftlichen Ideen in den Vereinigten Staaten.

——— Geschichte der Vereinigten Staaten von Amerika. Von Dr. E. Daenell.

Gibt in großen Zügen eine übersichtliche Darstellung der geschichtlichen, kulturgeschichtlichen und wirtschaftlichen Entwicklung der Vereinigten Staaten von den ersten Kolonisationsversuchen bis zur jüngsten Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung der verschiedenen politischen, ethnographischen, sozialen und wirtschaftlichen Probleme, die zur Zeit die Amerikaner besonders bewegen.

Anthropologie s. Mensch.

Arbeiterschutz. Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. Von weil. Professor Dr. O. v. Zwiedineck-Südenhorst.

Das Buch bietet eine gedrängte Darstellung des gemeiniglich unter dem Titel „Arbeiterfrage" behandelten Stoffes; insbesondere treten die Fragen der Notwendigkeit, Zweckmäßigkeit und der ökonomischen Begrenzung der einzelnen Schutzmaßnahmen und Versicherungseinrichtungen in den Vordergrund.

Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. Von Professor Dr. P. Crantz. I. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades. Mit 9 Figuren im Text.

Will in leicht faßlicher und für das Selbststudium geeigneter Darstellung über die Anfangsgründe der Arithmetik und Algebra unterrichten und behandelt die sieben Rechnungsarten, die Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten und die Gleichungen zweiten Grades mit einer Unbekannten, wobei auch die Logarithmen so ausführlich behandelt sind, daß jemand an der Hand des Buches sich auch vollständig mit dem Gebrauche der Logarithmentafeln vertraut machen kann.

Astronomie (s. a. Kalender; Mond; Weltall). Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit. Von Professor Dr. S. Oppenheim. Mit 24 Abbildungen im Text.

Schildert den Kampf der beiden hauptsächlichsten „Weltbilder", des die Erde und des die Sonne als Mittelpunkt betrachtenden, der einen bedeutungsvollen Abschnitt in der Kulturgeschichte der Menschheit bildet, wie er schon im Altertum bei den Griechen entstanden ist, anderthalb Jahrtausende später zu Beginn der Neuzeit durch Kopernikus von neuem aufgenommen wurde und da erst mit einem Siege des heliozentrischen Systems schloß.

Atome s. Moleküle.

Digitized by Google

Auge. Das Auge des Menschen und seine Gesundheitspflege. Von Privatdozent Dr. med. Georg Abelsdorff.

Schildert die Anatomie des menschlichen Auges sowie die Leistungen des Gesichtssinnes, besonders soweit sie außer dem medizinischen ein allgemein wissenschaftliches oder ästhetisches Interesse beanspruchen können, und behandelt die Gesundheitspflege (Hygiene) des Auges, besonders Schädigungen, Erkrankungen und Verletzungen des Auges, Kurzsichtigkeit und erhebliche Augenkrankheiten, sowie die künstliche Beleuchtung.

Baukunst (s. a. Städtebilder). Deutsche Baukunst im Mittelalter. Von Professor Dr. A. Matthaei. 2. Auflage. Mit Abbildungen im Text und auf 2 Doppeltafeln.

Der Verfasser will mit der Darstellung der Entwicklung der deutschen Baukunst des Mittelalters zugleich über das Wesen der Baukunst als Kunst aufklären, indem er zeigt, wie sich im Verlauf der Entwicklung die Raumvorstellung klärt und vertieft, wie das technische Können wächst und die praktischen Aufgaben sich erweitern, wie die romanische Kunst geschaffen und zur Gotik weiter entwickelt wird.

Beethoven s. Musik.

Befruchtungsvorgang. Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. Ernst Teichmann. Mit 7 Abbildungen im Text und 4 Doppeltafeln.

Will die Ergebnisse der modernen Forschung, die sich mit dem Befruchtungsproblem befaßt, darstellen. Ei und Samen, ihre Genese, ihre Reifung und ihre Vereinigung werden behandelt, im Chromatin die materielle Grundlage der Vererbung aufgezeigt und als die Bedeutung des Befruchtungsvorgangs eine Mischung der Qualitäten zweier Individuen.

Beleuchtungsarten. Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. phil. Wilhelm Brüsch. Mit 155 Abbildungen im Text.

Gibt einen Überblick über ein gewaltiges Arbeitsfeld deutscher Technik und Wissenschaft, indem die technischen und wissenschaftlichen Bedingungen für die Herstellung einer wirtschaftlichen Lichtquelle und die Methoden für die Beurteilung ihres wirklichen Wertes für den Verbraucher, die einzelnen Beleuchtungsarten sowohl hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Grundlagen als auch ihrer Technik und Herstellung behandelt werden.

Bevölkerungslehre. Von Professor Dr. M. Haushofer.

Will in gedrängter Form das Wesentliche der Bevölkerungslehre geben über Ermittlung der Volkszahl, über Gliederung und Bewegung der Bevölkerung, Verhältnis der Bevölkerung zum bewohnten Boden und die Ziele der Bevölkerungspolitik.

Bibel (s. a. Jesus; Religion). Der Text des Neuen Testaments nach seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Divisionspfarrer Aug. Pott. Mit 8 Tafeln.

Will in die das allgemeine Interesse an der Textkritik bekundende Frage: „Ist der ursprüngliche Text des Neuen Testamentes überhaupt noch herzustellen?“ durch die Erörterung der Verschiedenheiten des Luthertextes (des früheren, revidierten und durchgesehenen) und seines Verhältnisses zum heutigen (deutschen) „berichtigten“ Text, einführen, den „ältesten Spuren des Textes“ nachgehen, eine „Einführung in die Handschriften“ wie die „ältesten Übersetzungen“ geben und in „Theorie und Praxis“ zeigen, wie der Text berichtigt und rekonstruiert wird.

Bildungswesen (s. a. Schulwesen). Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlichen Entwickelung. Von Professor Dr. Friedrich Paulsen.

Auf beschränktem Raum löst der Verfasser die schwierige Aufgabe, indem er das Bildungswesen stets im Rahmen der allgemeinen Kulturbewegung darstellt, so daß die gesamte Kulturentwicklung unseres Volkes in der Darstellung seines Bildungswesens wie in einem verkleinerten Spiegelbild zur Erscheinung kommt. So wird aus dem Büchlein nicht nur für die Erkenntnis der Vergangenheit, sondern auch für die Forderungen der Zukunft reiche Frucht erwachsen.

Digitized by Google

Biologie s. Abstammungslehre; Ameisen; Befruchtungsvorgang; Leben; Meeresforschung; Pflanzen; Tierleben.

Botanik s. Obstbau; Pflanzen.

Buchwesen s. Illustrationskunst; Schriftwesen.

Buddha. Leben und Lehre des Buddha. Von Professor Dr. Richard Pischel. Mit 1 Tafel.

Gibt nach einer Übersicht über die Zustände Indiens zur Zeit des Buddha eine Darstellung des Lebens des Buddha, seiner Stellung zu Staat und Kirche, seiner Lehrweise, sowie seiner Lehre, seiner Ethik und der weiteren Entwicklung des Buddhismus.

Chemie (s. a. Haushalt; Metalle). Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimental-Chemie. Von Professor Dr. R. Blochmann. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen im Text.

Führt unter besonderer Berücksichtigung der alltäglichen Erscheinungen des praktischen Lebens in das Verständnis der chemischen Erscheinungen ein.

Christentum (s. a. Bibel; Jesus; Religion). Aus der Werdezeit des Christentums. Studien und Charakteristiken. Von Professor Dr. J. Geffcken.

Gibt durch eine Reihe von Bildern eine Vorstellung von der Stimmung im alten Christentum und von seiner inneren Kraft und verschafft so ein Verständnis für die ungeheure und vielseitige welthistorische kultur- und religionsgeschichtliche Bewegung.

Dampf und Dampfmaschine. Von Professor Dr. R. Vater. Mit 44 Abbildungen.

Schildert die inneren Vorgänge im Dampfkessel und namentlich im Zylinder der Dampfmaschine, um so ein richtiges Verständnis des Wesens der Dampfmaschine und der in der Dampfmaschine sich abspielenden Vorgänge zu ermöglichen.

Darwinismus s. Abstammungslehre.

Deutschland s. Kolonien; Volksstämme; Wirtschaftsgeschichte.

Drama (s. a. Theater). Das deutsche Drama des neunzehnten Jahrhunderts. In seiner Entwicklung dargestellt von Professor Dr. G. Witkowski. 2. Auflage. Mit einem Bildnis Hebbels.

Sucht in erster Linie auf historischem Wege das Verständnis des Dramas der Gegenwart anzubahnen und berücksichtigt die drei Faktoren, deren jeweilige Beschaffenheit die Gestaltung des Dramas bedingt: Kunstanschauung, Schauspielkunst und Publikum.

Dürer. Albrecht Dürer. Von Dr. Rudolf Wustmann. Mit 33 Abbildungen im Text.

Eine schlichte und knappe Erzählung des gewaltigen menschlichen und künstlerischen Entwicklungsganges Albrecht Dürers und eine Darstellung seiner Kunst, in der nacheinander seine Selbst- und Angehörigenbildnisse, die Zeichnungen zur Apokalypse, die Darstellungen von Mann und Weib, das Marienleben, die Stiftungsgemälde, die Radierungen von Rittertum, Trauer und Heiligkeit sowie die wichtigsten Werke aus der Zeit der Reise behandelt werden.

Ehe und Eherecht. Von Professor Dr. Ludwig Wahrmund.

Schildert in gedrängter Fassung die historische Entwicklung des Ehebegriffes von den orientalischen und klassischen Völkern an nach seiner natürlichen, sittlichen und rechtlichen Seite und untersucht das Verhältnis von Staat und Kirche auf dem Gebiete des Eherechtes, behandelt darüber hinaus aber auch alle jene Fragen über die rechtliche Stellung der Frau und besonders der Mutter, die immer lebhafter die öffentliche Meinung beschäftigen.

Digitized by Google

Eisenbahnen (s. a. Technik; Verkehrsentwicklung). Die Eisenbahnen, ihre Entstehung und gegenwärtige Verbreitung. Von Professor Dr. F. Hahn. Mit zahlreichen Abbildungen im Text und einer Doppeltafel.

Nach einem Rückblick auf die frühesten Zeiten des Eisenbahnbaues führt der Verfasser die Eisenbahn im allgemeinen nach ihren Hauptmerkmalen vor. Der Bau des Bahnkörpers, der Tunnel, die großen Brückenbauten, sowie der Betrieb selbst werden besprochen, schließlich ein Überblick über die geographische Verbreitung der Eisenbahnen gegeben.

——— Die Eisenbahnen der Gegenwart in ihrer technischen Entwicklung. Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor E. Biedermann.

Nach einem geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Eisenbahnen werden die wichtigsten Gebiete der modernen Eisenbahntechnik behandelt. Insonderheit gelangen zur Darstellung der Oberbau, Entwicklung und Umfang der Spurbahnnetze in den verschiedenen Ländern, die Geschichte des Lokomotivenwesens bis zur Ausbildung der Heißdampflokomotiven einerseits und des elektrischen Betriebes andererseits, sowie der Sicherung des Betriebes durch Stellwerks- und Blockanlagen. Eine Reihe besonders lehrreicher Abbildungen und Zeichnungen sind zur Erhöhung der Anschaulichkeit beigegeben.

Eisenhüttenwesen. Das Eisenhüttenwesen. Erläutert in acht Vorträgen von Geh. Bergrat Professor Dr. H. Wedding. 2. Auflage. Mit 12 Figuren im Text.

Schildert in gemeinfaßlicher Weise, wie Eisen, das unentbehrlichste Metall, erzeugt und in seine Gebrauchsformen gebracht wird. Besonders wird der Hochofenprozeß nach seinen chemischen, physikalischen und geologischen Grundlagen geschildert, die Erzeugung der verschiedenen Eisenarten und die dabei in Betracht kommenden Prozesse erörtert.

Entdeckungen (s. a. Polarforschung). Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Professor Dr. S. Günther. 2. Auflage. Mit einer Weltkarte.

Mit lebendiger Darstellungsweise sind hier die großen weltbewegenden Ereignisse der geographischen Renaissancezeit ansprechend geschildert, von der Begründung der portugiesischen Kolonialherrschaft und den Fahrten des Columbus an bis zu dem Hervortreten der französischen, britischen und holländischen Seefahrer.

Erde (s. a. Mensch und Erde; Wirtschaftsgeschichte). Aus der Vorzeit der Erde. Vorträge über allgemeine Geologie. Von Professor Dr. Fr. Frech. Mit 49 Abbildungen im Text und auf 5 Doppeltafeln.

Erörtert die interessantesten und praktisch wichtigsten Probleme der Geologie: die Tätigkeit der Vulkane, das Klima der Vorzeit, Gebirgsbildung, Korallenriffe, Talbildung und Erosion, Wildbäche und Wildbachverbauung.

Erfindungswesen s. Gewerbe.

Ernährung (s. a. Alkoholismus; Haushalt; Kaffee). Ernährung und Volksnahrungsmittel. Sechs Vorträge von weil. Professor Dr. Johannes Frentzel. Mit 6 Abbildungen im Text und 2 Tafeln.

Gibt einen Überblick über die gesamte Ernährungslehre. Durch Erörterung der grundlegenden Begriffe werden die Zubereitung der Nahrung und der Verdauungsapparat besprochen und endlich die Herstellung der einzelnen Nahrungsmittel, insbesondere auch der Konserven behandelt.

Farben s. Licht.

Frauenbewegung. Die moderne Frauenbewegung. Von Dr. Käthe Schirmacher.

Gibt einen Überblick über die Haupttatsachen der modernen Frauenbewegung in allen Ländern und schildert eingehend die Bestrebungen der modernen Frau auf dem Gebiet der Bildung, der Arbeit, der Sittlichkeit, der Soziologie und Politik.

Digitized by Google

Frauenbewegung. Die Frauenarbeit, ein Problem des Kapitalismus. Von Privatdozent Dr. Robert Wilbrandt.

Das Thema wird als ein brennendes Problem behandelt, das uns durch den Kapitalismus aufgegeben worden ist, und behandelt von dem Verhältnis von Beruf und Mutterschaft aus, als dem zentralen Problem der ganzen Frage, die Ursachen der niedrigen Bezahlung der weiblichen Arbeit, die daraus entstehenden Schwierigkeiten in der Konkurrenz der Frauen mit den Männern, den Gegensatz von Arbeiterinnenschutz und Befreiung der weiblichen Arbeit.

Frauenleben. Deutsches Frauenleben im Wandel der Jahrhunderte. Von Direktor Dr. Ed. Otto. Mit 25 Abbildungen.

Gibt ein Bild des deutschen Frauenlebens von der Urzeit bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts, von Denken und Fühlen, Stellung und Wirksamkeit der deutschen Frau, wie sie sich im Wandel der Jahrhunderte darstellen.

Friedrich Fröbel. Sein Leben und sein Wirken. Von Adele v. Portugall.

Lehrt die grundlegenden Gedanken der Methode Fröbels kennen und gibt einen Überblick seiner wichtigsten Schriften mit Betonung aller jener Kernaussprüche, die treuen und oft ratlosen Müttern als Wegweiser in Ausübung ihres hehrsten und heiligsten Berufes dienen können.

Fürstentum. Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen. Von Professor Dr. E. Hubrich.

Der Verfasser zeigt in großen Umrissen den Weg, auf dem deutsches Fürstentum und deutsche Volksfreiheit zu dem in der Gegenwart geltenden wechselseitigen Ausgleich gelangt sind, unter besonderer Berücksichtigung der preußischen Verfassungsverhältnisse. Nach kürzerer Beleuchtung der älteren Verfassungspartie schildert der Verfasser die Begründung des fürstlichen Absolutismus und demgegenüber das Erwachen, Fortschreiten und Siegen des modernen Konstitutionalismus.

Gasmaschinen s. Wärmekraftmaschinen.

Geographie s. Entdeckungen; Japan; Kolonien; Mensch; Palästina; Polarforschung; Volksstämme; Wirtschaftsleben.

Geologie s. Erde.

Germanen. Germanische Kultur in der Urzeit. Von Dr. G. Steinhausen. Mit 17 Abbildungen.

Das Büchlein beruht auf eingehender Quellenforschung und gibt in fesselnder Darstellung einen Überblick über germanisches Leben von der Urzeit bis zur Berührung der Germanen mit der römischen Kultur.

——— Germanische Mythologie. Von Dr. Julius von Negelein.

Der Verfasser gibt ein Bild germanischen Glaubenslebens, indem er die Äußerungen religiösen Lebens namentlich auch im Kultus und in den Gebräuchen des Aberglaubens aufsucht, sich überall bestrebt, das zugrunde liegende psychologische Motiv zu entdecken, die verwirrende Fülle mythischer Tatsachen und einzelner Namen aber demgegenüber zurücktreten läßt.

Geschichte (s. a. Amerika; Bildungswesen; Entdeckungen; Frauenleben; Fürstentum; Germanen; Japan; Jesuiten; Ingenieurtechnik; Kalender; Kriegswesen; Kultur; Kunstgeschichte; Literaturgeschichte; Luther; Münze; Musik; Palästina; Pompeji; Rom; Schulwesen; Städtewesen; Volksstämme; Welthandel; Wirtschaftsgeschichte).

Digitized by Google

Geschichte. Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert. Von Professor Dr. K. Th. Heigel.

Bietet eine knappe Darstellung der wichtigsten politischen Ereignisse vom Ausbruche der französischen Revolution bis zum Ausgang des 19. Jahrhunderts, womit eine Schilderung der politischen Ideen Hand in Hand geht und wobei überall Ursache und Folge, d. h. der innere Zusammenhang der einzelnen Vorgänge, dargelegt, auch Sinnesart und Taten wenigstens der einflußreichsten Persönlichkeiten gewürdigt werden.

——— Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte. Von Professor Dr. Ottokar Weber. 2 Bändchen.

Ein knappes und doch eindrucksvolles Bild der nationalen und kulturellen Entwickelung der Neuzeit, das aus den vier Jahrhunderten je drei Persönlichkeiten herausgreift, die bestimmend eingegriffen haben in den Werdegang deutscher Geschichte. Der große Reformator, Regenten großer und kleiner Staaten, Generale, Diplomaten kommen zu Wort. Was Martin Luther einst geträumt: ein nationales deutsches Kaiserreich, unter Bismarck steht es begründet da.

——— 1848. Sechs Vorträge von Professor Dr. Ottokar Weber.

Bringt auf Grund des überreichen Materials in knapper Form eine Darstellung der wichtigen Ereignisse des Jahres 1848, dieser nahezu über ganz Europa verbreiteten großen Bewegung in ihrer bis zur Gegenwart reichenden Wirkung.

——— Restauration und Revolution. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer.

——— Die Reaktion und die neue Ära. Skizzen zur Entwickelungsgeschichte der Gegenwart. Von Professor Dr. Richard Schwemer.

——— Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwickelungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer.

Die 3 Bändchen geben zusammen eine in Auffassung und Darstellung durchaus eigenartige Geschichte des deutschen Volkes im 19. Jahrhundert. „Restauration und Revolution" behandelt das Leben und Streben des deutschen Volkes in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, von dem ersten Aufleuchten des Gedankens des nationalen Staates bis zu dem tragischen Sturze in der Mitte des Jahrhunderts. „Die Reaktion und die neue Ära", beginnend mit der Zeit der Ermattung nach dem großen Aufschwung von 1848, stellt in den Mittelpunkt des Prinzen von Preußen und Otto von Bismarcks Schaffen. „Vom Bund zum Reich" zeigt uns Bismarck mit sicherer Hand die Grundlage des Reiches vorbereitend und dann immer entschiedener allem Geschehenen das Gepräge seines Geistes verleihend.

Gesundheitslehre (s. a. Alkoholismus; Ernährung; Haushalt; Heilwissenschaft; Leibesübungen; Mensch; Nervensystem; Schulhygiene; Stimme; Tuberkulose). Acht Vorträge aus der Gesundheitslehre. Von Professor Dr. H. Buchner. 2. Auflage, besorgt von Professor Dr. M. Gruber. Mit zahlreichen Abbildungen im Text.

In klarer und überaus fesselnder Darstellung unterrichtet der Verfasser über die äußeren Lebensbedingungen des Menschen, über das Verhältnis von Luft, Licht und Wärme zum menschlichen Körper, über Kleidung und Wohnung, Bodenverhältnisse und Wasserversorgung, die Krankheiten erzeugenden Pilze und die Infektionskrankheiten, kurz über wichtige Fragen der Hygiene.

Gewerbe. Der gewerbliche Rechtsschutz in Deutschland. Von Patentanwalt B. Tolksdorf.

Nach einem allgemeinen Überblick über Entstehung und Entwicklung des gewerblichen Rechtsschutzes und einer Bestimmung der Begriffe Patent und Erfindung wird zunächst das deutsche

Digitized by Google

Patentrecht behandelt, wobei der Gegenstand des Patentes, der Patentberechtigte, das Verfahren in Patentsachen, die Rechte und Pflichten des Patentinhabers, das Erlöschen des Patentrechtes und die Verletzung und Anmaßung des Patentschutzes erörtert werden. Sodann wird das Muster- und Warenzeichenrecht dargestellt und dabei besonders Art und Gegenstand der Muster, ihre Nachbildung, Eintragung, Schutzdauer und Löschung klargelegt. Ein weiterer Abschnitt befaßt sich mit den internationalen Verträgen und dem Ausstellungsschutz. Zum Schlusse wird noch die Stellung der Patentanwälte besprochen.

Handfertigkeit s. Knabenhandarbeit.

Handwerk. Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Direktor Dr. Ed. Otto. 2. Aufl. Mit 27 Abbildungen auf 8 Tafeln.

Eine Darstellung der Entwicklung des deutschen Handwerks bis in die neueste Zeit, der großen Umwälzung aller wirtschaftlichen Verhältnisse im Zeitalter der Eisenbahnen und Dampfmaschinen und der Handwerkerbewegungen des 19. Jahrhunderts, wie des älteren Handwerkslebens, seiner Sitten, Bräuche und Dichtung.

Haus (s. a. Kunst). Das deutsche Haus und sein Hausrat. Von Professor Dr. Rudolf Meringer. Mit 106 Abbildungen, darunter 85 von Professor A. von Schroetter.

Das Buch will das Interesse an dem deutschen Haus, wie es geworden ist, fördern; mit zahlreichen künstlerischen Illustrationen ausgestattet, behandelt es nach dem „Herdhaus" das oberdeutsche Haus, führt dann anschaulich die Einrichtung der für dieses charakteristischen Stube, den Ofen, den Tisch, das Eßgerät vor und gibt einen Überblick über die Herkunft von Haus und Hausrat.

——— Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses. Von Regierungsbaumeister a. D. Chr. Rauck. Mit 70 Abbildungen.

Der Verfasser führt den Leser in das Haus des germanischen Landwirtes und zeigt dessen Entwicklung, wendet sich dann dem Hause der skandinavischen Bauern zu, um hierauf die Entwicklung des deutschen Bauernhauses während des Mittelalters darzustellen und mit einer Schilderung der heutigen Form des deutschen Bauernhauses zu schließen.

Haushalt (s. a. Kaffee). Die Naturwissenschaften im Haushalt. Von Dr. J. Bongardt. 2 Bändchen.

I. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für die Gesundheit der Familie? Mit 31 Abbildungen.
II. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für gute Nahrung? Mit 17 Abbildungen.

Selbst gebildete Hausfrauen können sich Fragen nicht beantworten wie die, weshalb sie z. B. kondensierte Milch auch in der heißen Zeit in offenen Gefäßen aufbewahren können, weshalb sie hartem Wasser Soda zusetzen, weshalb Obst im kupfernen Kessel nicht erkalten soll. Da soll hier an der Hand einfacher Beispiele, unterstützt durch Experimente und Abbildungen, das naturwissenschaftliche Denken der Leserinnen so geschult werden, daß sie befähigt werden, auch solche Fragen selbst zu beantworten, die das Buch unberücksichtigt läßt.

——— Chemie in Küche und Haus. Von Professor Dr. G. Abel. Mit Abbildungen im Text und einer mehrfarbigen Doppeltafel.

Das Bändchen will Gelegenheit bieten, die in Küche und Haus täglich sich vollziehenden chemischen und physikalischen Prozesse richtig zu beobachten und nutzbringend zu verwerten. So wird Heizung und Beleuchtung, vor allem aber die Ernährung erörtert, werden tierische und pflanzliche Nahrungsmittel, Genußmittel und Getränke behandelt.

Haydn s. Musik.

Digitized by Google

Heilwissenschaft (s. a. Auge; Gesundheitslehre). Die moderne Heilwissenschaft. Wesen und Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. E. Biernacki. Deutsch von Badearzt Dr. S. Ebel.

Will in den Inhalt des ärztlichen Wissens und Könnens von einem allgemeineren Standpunkte aus einführen, indem die geschichtliche Entwicklung der medizinischen Grundbegriffe, die Leistungsfähigkeit und die Fortschritte der modernen Heilkunst, die Beziehungen zwischen der Diagnose und der Behandlung der Krankheit, sowie die Grenzen der modernen Diagnostik behandelt werden.

——— Der Aberglaube in der Medizin und seine Gefahr für Gesundheit und Leben. Von Professor Dr. D. von Hansemann.

Behandelt alle menschlichen Verhältnisse, die in irgend einer Beziehung zu Leben und Gesundheit stehen, besonders mit Rücksicht auf viele schädliche Aberglauben, die geeignet sind, Krankheiten zu fördern, die Gesundheit herabzusetzen und auch in moralischer Beziehung zu schädigen.

Hilfsschulwesen. Vom Hilfsschulwesen. Von Rektor Dr. B. Maennel.

Es wird in kurzen Zügen eine Theorie und Praxis der Hilfsschulpädagogik gegeben. An Hand der vorhandenen Literatur und auf Grund von Erfahrungen wird nicht allein zusammengestellt, was bereits geleistet worden ist, sondern auch hervorgehoben, was noch der Entwicklung und Bearbeitung harrt.

Japan (s. a. Kunst). Die Japaner und ihre wirtschaftliche Entwicklung. Von Professor Dr. K. Rathgen.

Vermag auf Grund eigener langjähriger Erfahrung ein wirkliches Verständnis der merkwürdigen und für uns wirtschaftlich so wichtigen Erscheinung der fabelhaften Entwicklung Japans zu eröffnen.

Jesuiten. Die Jesuiten. Eine historische Skizze von Professor Dr. H. Boehmer.

Ein Büchlein nicht für oder gegen, sondern über die Jesuiten, also der Versuch einer gerechten Würdigung des vielgenannten Ordens, das nicht nur von der sogenannten Jesuitenmoral oder von der Ordensverfassung, sondern auch von der Jesuitenschule, von den Leistungen des Ordens auf dem Gebiete der geistigen Kultur, von dem Jesuitenstaate usw. handelt.

Jesus (s. a. Bibel; Christentum; Religion). Die Gleichnisse Jesu. Zugleich Anleitung zu einem quellenmäßigen Verständnis der Evangelien. Von Lic. Professor Dr. H. Weinel. 2. Auflage.

Will gegenüber kirchlicher und nichtkirchlicher Allegorisierung der Gleichnisse Jesu mit ihrer richtigen, wörtlichen Auffassung bekannt machen und verbindet damit eine Einführung in die Arbeit der modernen Theologie.

——— Jesus und seine Zeitgenossen. Von Pastor K. Bonhoff.

Die ganze Herbheit und köstliche Frische des Volkskindes, die hinreißende Hochherzigkeit und prophetische Überlegenheit des genialen Volksmannes, die reife Weisheit des Jüngerbildners und die religiöse Tiefe und Weite des Evangeliumverkünders von Nazareth wird erst empfunden, wenn man ihn in seinem Verkehr mit den ihn umgebenden Menschengestalten, Volks- und Parteigruppen zu verstehen sucht, wie es dieses Büchlein tun will.

——— Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Pfarrer Dr. Paul Mehlhorn.

Will zeigen, was von dem im Neuen Testament uns überlieferten Leben Jesu als wirklicher Tatbestand festzuhalten, was als Sage oder Dichtung zu betrachten ist, durch Darlegung der Grundsätze, nach denen die Scheidung des geschichtlich Glaubwürdigen und der es umrankenden Phantasiegebilde vorzunehmen ist und durch Vollziehung der so gekennzeichneten Art chemischer Analyse an den wichtigsten Stoffen des „Lebens Jesu".

Digitized by Google

Illustrationskunst. Die deutsche Illustration. Von Professor Dr. Rudolf Kautzsch. Mit 35 Abbildungen.

Behandelt ein besonders wichtiges und besonders lehrreiches Gebiet der Kunst und leistet zugleich, indem es an der Hand der Geschichte das Charakteristische der Illustration als Kunst zu erforschen sucht, ein gut Stück „Kunsterziehung".

Ingenieurtechnik. Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Baurat Kurt Merckel. 2. Auflage. Mit 55 Abbildungen im Text und auf Tafeln.

Führt eine Reihe hervorragender und interessanter Ingenieurbauten nach ihrer technischen und wirtschaftlichen Bedeutung vor: die Gebirgsbahnen, die Bergbahnen, und als deren Vorläufer die bedeutenden Gebirgsstraßen der Schweiz und Tirols, die großen Eisenbahnverbindungen in Asien, endlich die modernen Kanal- und Hafenbauten.

——— Bilder aus der Ingenieurtechnik. Von Baurat Kurt Merckel. Mit 43 Abbildungen im Text und auf einer Doppeltafel.

Zeigt in einer Schilderung der Ingenieurbauten der Babylonier und Assyrer, der Ingenieurtechnik der alten Ägypter unter vergleichsweiser Behandlung der modernen Irrigationsanlagen daselbst, der Schöpfungen der antiken griechischen Ingenieure, des Städtebaues im Altertum und der römischen Wasserleitungsbauten die hohen Leistungen der Völker des Altertums.

Israel s. Religion.

Kaffee (s. a. Ernährung; Haushalt). Die narkotischen Aufgußgetränke. Von Professor Dr. Wieler. Mit zahlreichen Abbildungen.

Behandelt, durch zweckentsprechende Abbildungen unterstützt, Kaffee, Tee und Kakao eingehender, Mate und Kola kürzer, in bezug auf die botanische Abstammung, die natürliche Verbreitung der Stammpflanzen, die Verbreitung ihrer Kultur, die Wachstumsbedingungen und die Kulturmethoden, die Erntezeit und die Ernte, endlich die Gewinnung der fertigen Ware, wie der Weltmarkt sie aufnimmt, aus dem geernteten Produkte.

Kakao s. Kaffee.

Kalender. Der Kalender. Von Professor Dr. W. F. Wislicenus.

Erklärt die astronomischen Erscheinungen, die für unsere Zeitrechnung von Bedeutung sind, und schildert die historische Entwicklung des Kalenderwesens vom römischen Kalender ausgehend, den Werdegang der christlichen Kalender bis auf die neueste Zeit verfolgend, setzt ihre Einrichtungen auseinander und lehrt die Berechnung kalendarischer Angaben für Vergangenheit und Zukunft, sie durch zahlreiche Beispiele erläuternd.

Kant (s. a. Philosophie). Immanuel Kant; Darstellung und Würdigung. Von Professor Dr. O. Külpe. Mit einem Bildnisse Kants.

Kant hat durch seine grundlegenden Werke ein neues Fundament für die Philosophie aller Völker und Zeiten geschaffen. Dieses in seiner Tragfähigkeit für moderne Ideen darzustellen, hat sich der Verfasser zur Aufgabe gestellt. Es ist ihm gelungen, den wirklichen Kant mit historischer Treue zu schildern und doch auch zu beleuchten, wie die Nachwelt berufen ist, hinauszustreben über die Anschauungen des gewaltigen Denkers, da auch er ein Kind seiner Zeit ist und manche seiner Lehrmeinungen vergänglicher Art sein müssen.

Knabenhandarbeit. Die Knabenhandarbeit in der heutigen Erziehung. Von Seminardirektor Dr. Alw. Pabst. Mit 21 Abbildungen im Text und 1 Titelbild.

Gibt einen Überblick über die Geschichte des Knabenhandarbeitsunterrichts, untersucht seine Stellung im Lichte der modernen pädagogischen Strömungen und erhärtet seinen Wert als Erziehungsmittel, erörtert sodann die Art des Betriebes in den verschiedenen Schulen und gibt zum Schlusse eine vergleichende Darstellung der Systeme in den verschiedenen Ländern.

Digitized by Google

Kolonien. Die deutschen Kolonien. Land und Leute. Von Dr. Adolf Heilborn. Mit zahlreichen Abbildungen und 2 Karten.

Bringt auf engem Raume eine durch Abbildungen und Karten unterstützte, wissenschaftlich genaue Schilderung der deutschen Kolonien, sowie eine einwandfreie Darstellung ihrer Völker nach Nahrung und Kleidung, Haus und Gemeindeleben, Sitte und Recht, Glaube und Aberglaube, Arbeit und Vergnügen, Gewerbe und Handel, Waffen und Kampfesweise.

Kriegswesen. Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert. Zwanglose Skizzen von Major O. von Sothen. Mit 9 Übersichtskärtchen.

In einzelnen Abschnitten wird insbesondere die Napoleonische und Moltkesche Kriegführung an Beispielen (Jena-Königgrätz-Sedan) dargestellt und durch Kartenskizzen erläutert. Damit verbunden sind kurze Schilderungen der preußischen Armee von 1806 und nach den Befreiungskriegen, sowie nach der Reorganisation von 1860, endlich des deutschen Heeres von 1870 bis zur Jetztzeit.

——— Der Seekrieg. Seine geschichtliche Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis zur Gegenwart. Von Kurt Freiherr von Maltzahn, Vize-Admiral a. D.

Der Verf. bringt den Seekrieg als Kriegsmittel wie als Mittel der Politik zur Darstellung, indem er zunächst die Entwicklung der Kriegsflotte und der Seekriegsmittel schildert und dann die heutigen Weltwirtschaftsstaaten und den Seekrieg behandelt, wobei er besonders das Abhängigkeitsverhältnis, in dem unsere Weltwirtschaftsstaaten kommerziell und politisch zu den Verkehrswegen der See stehen, darstellt.

Kultur (s. a. Germanen; Geschichte; griech. Städtebilder). Die Anfänge der menschlichen Kultur. Von Professor Dr. Ludwig Stein.

Behandelt in der Überzeugung, daß die Kulturprobleme der Gegenwart sich uns nur durch einen tieferen Einblick in ihren Werdegang erschließen, Natur und Kultur, den vorgeschichtlichen Menschen, die Anfänge der Arbeitsteilung, die Anfänge der Rassenbildung, ferner die Anfänge der wirtschaftlichen, intellektuellen, moralischen und sozialen Kultur.

Kunst (s. a. Baukunst; Dürer; Städtebilder; Illustrationskunst; Schriftwesen). Bau und Leben der bildenden Kunst. Von Direktor Dr. Theodor Volbehr. Mit 44 Abbildungen.

Führt von einem neuen Standpunkte aus in das Verständnis des Wesens der bildenden Kunst ein, erörtert die Grundlagen der menschlichen Gestaltungskraft und zeigt, wie das künstlerische Interesse sich allmählich weitere und immer weitere Stoffgebiete erobert.

——— Kunstpflege in Haus und Heimat. Von Superintendent R. Bürkner. Mit 14 Abbildungen.

Will, ausgehend von der Überzeugung, daß zu einem vollen Menschensein und Volkstum die Pflege des Schönen unabweisbar gehört, die Augen zum rechten Sehen öffnen lehren und die ganze Lebensführung, Kleidung und Häuslichkeit ästhetisch gestalten, um so auch zur Erkenntnis dessen zu führen, was an Heimatkunst und Heimatschutz zu hegen ist, und auf diesem großen Gebiete persönlichen und allgemeinen ästhetischen Lebens ein praktischer Ratgeber sein.

——— Die ostasiatische Kunst und ihre Einwirkung auf Europa. Von Direktor Dr. R. Graul. Mit 49 Abbildungen im Text und auf 1 Doppeltafel.

Bringt die bedeutungsvolle Einwirkung der japanischen und chinesischen Kunst auf die europäische zur Darstellung unter Mitteilung eines reichen Bildermaterials, den Einfluß Chinas auf die Entwicklung der zum Rokoko drängenden freien Richtungen in der dekorativen Kunst des 18. Jahrhunderts wie den auf die Entwicklung des 19. Jahrhunderts. Der Verfasser weist auf die Beziehungen der Malerei und Farbendruckkunst Japans zum Impressionismus der modernen europäischen Kunst hin.

Digitized by Google

Leben. Die Erscheinungen des Lebens. Grundprobleme der modernen Biologie. Von Privatdozent Dr. H. Miehe. Mit 46 Figuren im Text.

Versucht eine umfassende Totalansicht des organischen Lebens zu geben, indem nach einer Erörterung der spekulativen Vorstellungen über das Leben und einer Beschreibung des Protoplasmas und der Zelle die hauptsächlichsten Aeußerungen des Lebens behandelt werden, als Entwicklung, Ernährung, Atmung, das Sinnesleben, die Fortpflanzung, der Tod, die Variabilität und im Anschluß daran die Theorien über Entstehung und Entwicklung der Lebewelt, sowie die mannigfachen Beziehungen der Lebewesen untereinander.

Leibesübungen. Die Leibesübungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Professor Dr. R. Zander. 2. Auflage. Mit 19 Abbildungen.

Will darüber aufklären, weshalb und unter welchen Umständen die Leibesübungen segensreich wirken, indem es ihr Wesen, andererseits die in Betracht kommenden Organe bespricht; erörtert besonders die Wechselbeziehungen zwischen körperlicher und geistiger Arbeit, die Leibesübungen der Frauen, die Bedeutung des Sportes und die Gefahren der sportlichen Übertreibungen.

Licht (s. a. Beleuchtungsarten; Chemie). Das Licht und die Farben. Sechs Vorlesungen, gehalten im Volkshochschulverein München von Professor Dr. L. Graetz. 2. Auflage. Mit 116 Abbildungen.

Führt, von den einfachsten optischen Erscheinungen ausgehend, zur tieferen Einsicht in die Natur des Lichtes und der Farben, behandelt, ausgehend von der scheinbar geradlinigen Ausbreitung, Zurückwerfung und Brechung des Lichtes, das Wesen der Farben, die Beugungserscheinungen und die Photographie.

Literaturgeschichte s. Drama; Schiller; Theater; Volkslied.

Luther (s. a. Geschichte). Luther im Lichte der neueren Forschung. Ein kritischer Bericht. Von Professor Dr. H. Boehmer.

Versucht durch sorgfältige historische Untersuchung eine erschöpfende Darstellung von Luthers Leben und Wirken zu geben, die Persönlichkeit des Reformators aus ihrer Zeit heraus zu erfassen, ihre Schwächen und Stärken beleuchtend zu einem wahrheitsgetreuen Bilde zu gelangen, und gibt so nicht nur ein psychologisches Porträt, sondern bietet zugleich ein interessantes Stück Kulturgeschichte.

Mädchenschule (s. a. Bildungswesen; Schulwesen). Die höhere Mädchenschule in Deutschland. Von Oberlehrerin M. Martin.

Bietet aus berufenster Feder eine Darstellung der Ziele, der historischen Entwicklung, der heutigen Gestalt und der Zukunftsaufgaben der höheren Mädchenschulen.

Mathematik s. Arithmetik.

Meeresforschung. Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. O. Janson. Mit 41 Figuren.

Schildert kurz und lebendig die Fortschritte der modernen Meeresuntersuchung auf geographischem, physikalisch-chemischem und biologischem Gebiete, die Verteilung von Wasser und Land auf der Erde, die Tiefen des Meeres, die physikalischen und chemischen Verhältnisse des Meerwassers, endlich die wichtigsten Organismen des Meeres, die Pflanzen und Tiere.

Mensch (s. a. Auge; Kultur; Stimme). Der Mensch. Sechs Vorlesungen aus dem Gebiete der Anthropologie. Von Dr. Adolf Heilborn. Mit zahlreichen Abbildungen.

Stellt die Lehren der „Wissenschaft aller Wissenschaften" streng sachlich und doch durchaus volkstümlich dar: das Wissen vom Ursprung des Menschen, die Entwicklungsgeschichte des Individuums, die künstlerische Betrachtung der Proportionen des menschlichen Körpers und die streng wissenschaftlichen Meßmethoden (Schädelmessung usf.), behandelt ferner die Menschenrassen, die rassenanatomischen Verschiedenheiten, den Tertiärmenschen.

Digitized by Google

Mensch. Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers. Von Privatdozent Dr. H. Sachs. 2. Auflage. Mit 37 Abbildungen.

Stellt eine Reihe schematischer Abbildungen dar, erläutert die Einrichtung und die Tätigkeit der einzelnen Organe des Körpers und zeigt dabei vor allem, wie diese einzelnen Organe in ihrer Tätigkeit aufeinander einwirken, miteinander zusammenhängen und so den menschlichen Körper zu einem einheitlichen Ganzen, zu einem wohlgeordneten Staate machen.

——— Die Seele des Menschen. Von Professor Dr. J. Rehmke. 2. Auflage.

Behandelt, von der Tatsache ausgehend, daß der Mensch eine Seele habe, die ebenso gewiß sei wie die andere, daß der Körper eine Gestalt habe, das Seelenwesen und das Seelenleben und erörtert, unter Abwehr der materialistischen und halbmaterialistischen Anschauungen, von dem Standpunkt aus, daß die Seele Unkörperliches Immaterielles sei, nicht etwa eine Bestimmtheit des menschlichen Einzelwesens, auch nicht eine Wirkung oder eine „Funktion" des Gehirns, die verschiedenen Tätigkeitsäußerungen des als Seele Erkannten.

——— Die fünf Sinne des Menschen. Von Professor Dr. Jos. Clem. Kreibig. Mit 30 Abbildungen im Text.

Beantwortet die Fragen über die Bedeutung, Anzahl, Benennung und Leistungen der Sinne in gemeinfaßlicher Weise, indem das Organ und seine Funktionsweise, dann die als Reiz wirkenden äußeren Ursachen und zuletzt der Inhalt, die Stärke, das räumliche und zeitliche Merkmal der Empfindungen besprochen werden.

——— **und Erde.** Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Professor Dr. A. Kirchhoff. 2. Auflage.

Zeigt, wie die Ländernatur auf den Menschen und seine Kultur einwirkt, durch Schilderungen allgemeiner und besonderer Art, über Steppen- und Wüstenvölker, über die Entstehung von Nationen, wie Deutschland und China u. a. m.

——— **und Tier.** Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Professor Dr. Karl Eckstein. Mit 31 Abbildungen im Text.

Der hohe wirtschaftliche Bedeutung beanspruchende Kampf erfährt eine eingehende, ebenso interessante wie lehrreiche Darstellung; besonders werden die Kampfmittel beider Gegner geschildert, Schußwaffen, Fallen, Gifte, oder auch besondere Wirtschaftsmethoden, dort spitzige Kralle, scharfer Zahn, furchtbares Gift, List und Gewandtheit, der Schutzfärbung und Anpassungsfähigkeit nicht zu vergessen.

Menschenleben. Aufgaben und Ziele des Menschenlebens. Von Dr. J. Unold. 2. Auflage.

Beantwortet die Frage: Gibt es keine bindenden Regeln des menschlichen Handelns? in zuversichtlich bejahender, zugleich wohl begründeter Weise und entwirft die Grundzüge einer wissenschaftlich haltbaren und für eine nationale Erziehung brauchbaren Lebensanschauung und Lebensordnung.

Metalle. Die Metalle. Von Professor Dr. K. Scheid. Mit 16 Abbildungen.

Behandelt die für Kulturleben und Industrie wichtigen Metalle, schildert die mutmaßliche Bildung der Erze, die Gewinnung der Metalle aus den Erzen, das Hüttenwesen mit seinen verschiedenen Systemen, die Fundorte der Metalle, ihre Eigenschaften und Verwendung, unter Angabe historischer, kulturgeschichtlicher und statistischer Daten, sowie die Verarbeitung der Metalle.

Meteorologie s. Wetter.

Mikroskop (s. a. Optik). Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung, gemeinverständlich dargestellt. Von Dr. W. Scheffer. Mit 66 Abbildungen im Text und einer Tafel.

Nach Erläuterung der optischen Konstruktion und Wirkung des Mikroskops, und Darstellung der historischen Entwicklung wird eine Beschreibung der modernsten Mikroskoptypen, Hilfsapparate und Instrumente gegeben, endlich gezeigt, wie die mikroskopische Untersuchung die Einsicht in Naturvorgänge vertieft.

Digitized by Google

Moleküle. Moleküle — Atome — Weltäther. Von Professor Dr. G. Mie. Mit 27 Figuren im Text.

Stellt die physikalische Atomlehre als die kurze, logische Zusammenfassung einer großen Menge physikalischer Tatsachen unter einem Begriffe dar, die ausführlich und nach Möglichkeit als einzelne Experimente geschildert werden.

Mond (s. a. Weltall). Der Mond. Von Professor Dr. J. Franz. Mit 31 Abbildungen im Text und auf 2 Doppeltafeln.

Gibt die Ergebnisse der neueren Mondforschung wieder, erörtert die Mondbewegung und Mondbahn, bespricht den Einfluß des Mondes auf die Erde und behandelt die Fragen der Oberflächenbedingungen des Mondes und die charakteristischen Mondgebilde anschaulich zusammengefaßt in „Beobachtungen eines Mondbewohners", endlich die Bewohnbarkeit des Mondes.

Mozart s. Musik.

Münze. Die Münze als historisches Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Von Dr. A. Luschin v. Ebengreuth. Mit 53 Abbildungen im Text.

Zeigt, wie Münzen als geschichtliche Überbleibsel der Vergangenheit zur Aufhellung der wirtschaftlichen Zustände und der Rechtseinrichtungen früherer Zeiten dienen, die verschiedenen Arten von Münzen, ihre äußeren und inneren Merkmale sowie ihre Herstellung werden in historischer Entwicklung dargelegt und im Anschluß daran Münzsammlern beherzigenswerte Winke gegeben.

Musik. Einführung in das Wesen der Musik. Von Professor C. R. Hennig.

Die hier gegebene Ästhetik der Tonkunst untersucht das Wesen des Tones als eines Kunstmaterials; sie prüft die Natur der Darstellungsmittel und untersucht die Objekte der Darstellung, indem sie klarlegt, welche Ideen im musikalischen Kunstwerke gemäß der Natur des Tonmateriales und der Darstellungsmittel in idealer Gestaltung zur Darstellung gebracht werden können.

——— Geschichte der Musik. Von Dr. Friedrich Spiro.

Gibt in großen Zügen eine übersichtliche äußerst lebendig gehaltene Darstellung von der Entwicklung der Musik vom Altertum bis zur Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung der führenden Persönlichkeiten und der großen Strömungen und unter strenger Ausscheidung alles dessen, was für die Entwicklung der Musik ohne Bedeutung war.

——— Haydn, Mozart, Beethoven. Mit vier Bildnissen auf Tafeln. Von Professor Dr. C. Krebs.

Eine Darstellung des Entwicklungsganges und der Bedeutung eines jeden der drei großen Komponisten für die Musikgeschichte. Sie gibt mit wenigen, aber scharfen Strichen ein Bild der menschlichen Persönlichkeit und des künstlerischen Wesens der drei Heroen mit Hervorhebung dessen, was ein jeder aus seiner Zeit geschöpft und was er aus eignem hinzugebracht hat.

Muttersprache. Entstehung und Entwicklung unserer Muttersprache. Von Professor Dr. Wilhelm Uhl. Mit vielen Abbildungen im Text und auf Tafeln, sowie mit 1 Karte.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der sprachlich-wissenschaftlich lautphysiologischen wie der philologisch-germanistischen Forschung, die Ursprung und Organ, Bau und Bildung, andererseits die Hauptperioden der Entwicklung unserer Muttersprache zur Darstellung bringt.

Mythologie s. Germanen.

Nahrungsmittel s. Alkoholismus; Chemie; Ernährung; Haushalt; Kaffee.

Digitized by Google

Nationalökonomie s. Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Soziale Bewegungen; Frauenbewegung; Welthandel; Wirtschaftsleben.

Naturlehre. Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre. Von Professor Dr. Felix Auerbach. 2. Auflage. Mit 79 Figuren im Text.

Eine zusammenhängende, für jeden Gebildeten verständliche Entwicklung der in der modernen Naturlehre eine allgemeine und exakte Rolle spielenden Begriffe Raum und Bewegung, Kraft und Masse und die allgemeinen Eigenschaften der Materie, Arbeit, Energie und Entropie.

Naturwissenschaften s. Abstammungslehre; Ameisen; Astronomie; Befruchtungsvorgang; Chemie; Erde; Haushalt; Licht; Meeresforschung; Mensch; Moleküle; Naturlehre; Obstbau; Pflanzen; Religion; Strahlen; Tierleben; Weltall; Wetter.

Nervensystem. Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele im gesunden und kranken Zustande. Von Professor Dr. R. Zander. Mit 27 Figuren im Text.

Erörtert die Bedeutung der nervösen Vorgänge für den Körper, die Geistestätigkeit und das Seelenleben und sucht klarzulegen, unter welchen Bedingungen Störungen der nervösen Vorgänge auftreten, wie sie zu beseitigen und zu vermeiden sind.

Obstbau. Der Obstbau. Von Dr. Ernst Voges. Mit 13 Abbildungen im Text

Will über die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen des Obstbaues, sowie seine Naturgeschichte und große volkswirtschaftliche Bedeutung unterrichten. Die Geschichte des Obstbaues, das Leben des Obstbaumes, Obstbaumpflege und Obstbaumschutz, die wissenschaftliche Obstkunde, die Ästhetik des Obstbaues gelangen zur Behandlung.

Optik (s. a. Mikroskop; Stereoskop). Die optischen Instrumente. Von Dr. M. von Rohr. Mit 84 Abbildungen im Text.

Gibt eine elementare Darstellung der optischen Instrumente nach modernen Anschauungen, wobei weder das Ultramikroskop noch die neuen Apparate zur Mikrophotographie mit ultraviolettem Licht (Monochromate), weder die Prismen- noch die Zielfernrohre, weder die Projektionsapparate noch die stereoskopischen Entfernungsmesser und der Stereokomparator fehlen.

Ostasien s. Kunst.

Pädagogik (s. a. Bildungswesen; Fröbel; Hilfsschulwesen; Knabenhandarbeit; Mädchenschule; Schulwesen). Allgemeine Pädagogik. Von Professor Dr. Theobald Ziegler. 2. Auflage.

Behandelt die großen Fragen der Volkserziehung in praktischer, allgemeinverständlicher Weise und in sittlich-sozialem Geiste. Die Zwecke und Motive der Erziehung, das Erziehungsgeschäft selbst, dessen Organisation werden erörtert, die verschiedenen Schulgattungen dargestellt.

Palästina. Palästina und seine Geschichte. Sechs Vorträge von Professor Dr. H. Freiherr von Soden. 2. Auflage. Mit 2 Karten und 1 Plan von Jerusalem und 6 Ansichten des heiligen Landes.

Ein Bild, nicht nur des Landes selbst, sondern auch alles dessen, was aus ihm hervor- oder über es hingegangen ist im Laufe der Jahrhunderte — ein wechselvolles, farbenreiches Bild, in dessen Verlauf die Patriarchen Israels und die Kreuzfahrer, David und Christus, die alten Assyrer und die Scharen Mohammeds einander ablösen.

Patentrecht s. Gewerbe.

Digitized by Google

Pflanzen (s. a. Obstbau; Tierleben). Unsere wichtigsten Kulturpflanzen. Von Professor Dr. K. Giesenhagen. Mit 40 Figuren im Text.

Behandelt die Getreidepflanzen und ihren Anbau nach botanischen wie kulturgeschichtlichen Gesichtspunkten, damit zugleich in anschaulichster Form allgemeine botanische Kenntnisse vermittelnd.

——— Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen. Von Privatdozent Dr. Ernst Küster. Mit 38 Abbildungen im Text.

Gibt eine kurze Übersicht über die wichtigsten Formen der vegetativen Vermehrung und beschäftigt sich eingehend mit der Sexualität der Pflanzen, deren überraschend vielfache und mannigfaltige Äußerungen, ihre große Verbreitung im Pflanzenreich und ihre in allen Einzelheiten erkennbare Übereinstimmung mit der Sexualität der Tiere zur Darstellung gelangen.

Philosophie (s. a. Kant; Menschenleben; Schopenhauer; Weltanschauung; Weltproblem). Die Philosophie der Gegenwart in Deutschland. Eine Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Von Professor Dr. O. Külpe. 3. Auflage.

Schildert die vier Hauptrichtungen der deutschen Philosophie der Gegenwart, den Positivismus, Materialismus, Naturalismus und Idealismus, nicht nur im allgemeinen, sondern auch durch eingehendere Würdigung einzelner typischer Vertreter wie Mach und Dühring, Haeckel, Nietzsche, Fechner, Lotze, v. Hartmann und Wundt.

Physik s. Licht; Mikroskop; Moleküle; Naturlehre; Optik; Strahlen.

Polarforschung. Die Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Professor Dr. Kurt Hassert. Mit 6 Karten auf 2 Tafeln.

Faßt die Hauptfortschritte und Ergebnisse der Jahrhunderte alten, an tragischen und interessanten Momenten überreichen Entdeckungstätigkeit zusammen.

Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Hofrat Professor Dr. Fr. v. Duhn. Mit 62 Abbildungen.

Sucht, durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, an dem besonders greifbaren Beispiel Pompejis die Übertragung der griechischen Kultur und Kunst nach Italien, ihr Werden zur Weltkultur und Weltkunst verständlich zu machen, wobei die Hauptphasen der Entwicklung Pompejis, immer im Hinblick auf die gestaltende Bedeutung, die gerade der Hellenismus für die Ausbildung der Stadt, ihrer Lebens- und Kunstformen gehabt hat, zur Darstellung gelangen.

Psychologie s. Mensch; Nervensystem; Seele.

Rechtsschutz s. Gewerbe.

Religion (s. a. Buddha; Christentum; Germanen; Jesuiten; Jesus; Luther). Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte. Von Professor Dr. Fr. Giesebrecht.

Schildert, wie Israels Religion entsteht, wie sie die nationale Schale sprengt, um in den Propheten die Ansätze einer Menschheitsreligion auszubilden, wie auch diese neue Religion sich verpuppt in die Formen eines Priesterstaats.

——— Religion und Naturwissenschaft in Kampf und Frieden. Ein geschichtlicher Rückblick von Dr. A. Pfannkuche.

Will durch geschichtliche Darstellung der Beziehungen beider Gebiete eine vorurteilsfreie Beurteilung des heiß umstrittenen Problems ermöglichen. Ausgehend von der ursprünglichen Einheit von Religion und Naturerkennen in den Naturreligionen schildert der Verfasser das Entstehen der Naturwissenschaft in Griechenland und der Religion in Israel, um dann zu zeigen, wie aus der Verschwisterung beider jene ergreifenden Konflikte erwachsen, die sich besonders an die Namen von Kopernikus und Darwin knüpfen.

Digitized by Google

Religion. Die religiösen Strömungen der Gegenwart. Von Superintendent D. A. H. Braasch.

Will die gegenwärtige religiöse Lage nach ihren bedeutsamen Seiten hin darlegen und ihr geschichtliches Verständnis vermitteln; die markanten Persönlichkeiten und Richtungen, die durch wissenschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung gestellten Probleme, wie die Ergebnisse der Forschung, der Ultramontanismus wie die christliche Liebestätigkeit gelangen zur Behandlung.

Rom. Die ständischen und sozialen Kämpfe in der römischen Republik. Von Privatdozent Dr. Leo Bloch.

Behandelt die Sozialgeschichte Roms, soweit sie mit Rücksicht auf die die Gegenwart bewegenden Fragen von allgemeinem Interesse ist. Insbesondere gelangen die durch die Großmachtstellung Roms bedingte Entstehung neuer sozialer Unterschiede, die Herrschaft des Amtsadels und des Kapitals, auf der anderen Seite eines großstädtischen Proletariats zur Darstellung, die ein Ausblick auf die Lösung der Parteikämpfe durch die Monarchie beschließt.

Schiller. Von Professor Dr. Th. Ziegler. Mit dem Bildnis Schillers von Kügelgen in Heliogravüre.

Gedacht als eine Einführung in das Verständnis von Schillers Werdegang und Werken, behandelt das Büchlein vor allem die Dramen Schillers und sein Leben, ebenso aber auch einzelne seiner lyrischen Gedichte und die historischen und die philosophischen Studien als ein wichtiges Glied in der Kette seiner Entwicklung.

Schopenhauer. Seine Persönlichkeit, seine Lehre, seine Bedeutung. Sechs Vorträge von Oberlehrer H. Richert. Mit dem Bildnis Schopenhauers.

Unterrichtet über Schopenhauer in seinem Werden, seinen Werken und seinem Fortwirken, in seiner historischen Bedingtheit und seiner bleibenden Bedeutung, indem es eine gründliche Einführung in die Schriften Schopenhauers und zugleich einen zusammenfassenden Überblick über das Ganze seines philosophischen Systems gibt.

Schriftwesen. Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Professor Dr. O. Weise. 2. Auflage. Mit 37 Abbildungen.

Verfolgt durch mehr als vier Jahrtausende Schrift-, Brief- und Zeitungswesen, Buchhandel und Bibliotheken.

Schulhygiene. Von Privatdozent Dr. Leo Burgerstein. Mit einem Bildnis und 33 Figuren im Text.

Bietet eine auf den Forschungen und Erfahrungen in den verschiedensten Kulturländern beruhende Darstellung, die ebenso die Hygiene des Unterrichts und Schullebens wie jene des Hauses, die im Zusammenhang mit der Schule stehenden modernen materiellen Wohlfahrtseinrichtungen, endlich die hygienische Unterweisung der Jugend, die Hygiene des Lehrers und die Schularztfrage behandelt.

Schulwesen (s. a. Bildungswesen; Fröbel; Hilfsschulwesen; Mädchenschule; Pädagogik). Geschichte des deutschen Schulwesens. Von Oberrealschuldirektor Dr. K. Knabe.

Stellt die Entwicklung des deutschen Schulwesens in seinen Hauptperioden dar und bringt so Anfänge des deutschen Schulwesens, Scholastik, Humanismus, Reformation, Gegenreformation, neue Bildungsziele, Pietismus, Philanthropismus, Aufklärung, Neuhumanismus, Prinzip der allseitigen Ausbildung vermittels einer Anstalt, Teilung der Arbeit und den nationalen Humanismus der Gegenwart zur Darstellung.

——— Schulkämpfe der Gegenwart. Vorträge zum Kampf um die Volksschule in Preußen, gehalten in der Humboldt-Akademie in Berlin. Von J. Tews.

Knapp und doch umfassend stellt der Verfasser die Probleme dar, um die es sich bei der Reorganisation der Volksschule handelt, deren Stellung zu Staat und Kirche, deren Abhängigkeit von Zeitgeist und Zeitbedürfnissen, deren Wichtigkeit für die Herausgestaltung einer volksfreundlichen Gesamtkultur scharf beleuchtet werden.

Digitized by Google

Schulwesen. Volksschule und Lehrerbildung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Von Direktor Dr. Franz Kuypers.

Der Verfasser hat nicht nur die Weltausstellung zu St. Louis gründlich studiert, sondern sich auch sonst in den Schulen der fortgeschrittenen Staaten Nordamerikas umgesehen. Anschaulich schildert er das Schulwesen vom Kindergarten bis zur Hochschule, überall das Wesentliche der amerikanischen Erziehungsweise (die stete Erziehung zum Leben, das Wecken des Betätigungstriebes, das Hindrängen auf praktische Verwertung usw.) hervorhebend. Dabei wird der Leser zum Vergleich mit der heimischen Unterrichtsmanier (strenger stufenmäßiger Aufbau, Vorherrschen des Dozierens u. dgl.) angeregt.

Seekrieg s. Kriegswesen.

Seele s. Mensch.

Sinnesleben s. Mensch.

Soziale Bewegungen (s. a. Arbeiterschutz; Frauenbewegung). Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von Professor Dr. G. Maier. 3. Auflage.

In einer geschichtlichen Betrachtung, die mit den altorientalischen Kulturvölkern beginnt, werden an den zwei großen wirtschaftlichen Schriften Platos die Wirtschaft der Griechen, an der Gracchischen Bewegung die der Römer beleuchtet, ferner die Utopie des Thomas Morus, andererseits der Bauernkrieg behandelt, die Bestrebungen Colberts und das Merkantilsystem, die Physiokraten und die ersten wissenschaftlichen Staatswirtschaftslehrer gewürdigt und über die Entstehung des Sozialismus und die Anfänge der neueren Handels-, Zoll- und Verkehrspolitik aufgeklärt.

Sprache s. Muttersprache; Stimme.

Städtewesen. Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter. Von Oberlehrer Dr. B. Heil. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen im Text und auf 1 Doppeltafel.

Stellt die geschichtliche Entwicklung dar, schildert die wirtschaftlichen, sozialen und staatsrechtlichen Verhältnisse und gibt ein zusammenfassendes Bild von der äußeren Erscheinung und dem inneren Leben der deutschen Städte.

——— Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland. Vorträge gehalten bei der Oberschulbehörde in Hamburg. Von Regierungs-Baumeister Albert Erbe. Mit 59 Abbildungen.

Will dem als Zeichen wachsenden Kunstverständnisses zu begrüßenden Sinn für die Reize der alten malerischen Städtebilder durch eine mit Abbildungen reich unterstützte Schilderung der so eigenartigen und vielfachen Herrlichkeit Alt-Hollands wie Niederdeutschlands, ferner Danzigs, Lübecks, Bremens und Hamburgs nicht nur vom rein künstlerischen, sondern auch vom kulturgeschichtlichen Standpunkt aus entgegenkommen.

——— Kulturbilder aus griechischen Städten. Von Oberlehrer Dr. Erich Ziebarth. Mit 22 Abbildungen im Text und 1 Tafel.

Sucht ein anschauliches Bild zu entwerfen von dem Aussehen einer altgriechischen Stadt und von dem städtischen Leben in ihr, auf Grund der Ausgrabungen und der inschriftlichen Denkmäler; die altgriechischen Bergstädte Thera, Pergamon, Priene, Milet, der Tempel von Didyma werden geschildert. Stadtpläne und Abbildungen suchen die einzelnen Städtebilder zu erläutern.

Digitized by Google

Stereoskop (s. a. Optik). Das Stereoskop und seine Anwendungen. Von Professor Th. Hartwig. Mit 40 Abbildungen im Text und 19 stereoskopischen Tafeln.

Behandelt die verschiedenen Erscheinungen und praktischen Anwendungen der Stereoskopie, insbesondere die stereoskopischen Himmelsphotographien, die stereoskopische Darstellung mikroskopischer Objekte, das Stereoskop als Meßinstrument und die Bedeutung und Anwendung des Stereokomparators, insbesondere in bezug auf photogrammetrische Messungen. Beigegeben sind 19 stereoskopische Tafeln.

Stimme, die menschliche, und ihre Hygiene. Von Professor Dr. P. Gerber. Mit 20 Abbildungen.

Nach den notwendigsten Erörterungen über das Zustandekommen und über die Natur der Töne wird der Kehlkopf des Menschen, sein Bau, seine Verrichtungen und seine Funktion als musikalisches Instrument behandelt; dann werden die Gesang- und die Sprechstimme, ihre Ausbildung, ihre Fehler und Erkrankungen, sowie deren Verhütung und Behandlung, insbesondere Erkältungskrankheiten, die professionelle Stimmschwäche, der Alkoholeinfluß und die Abhärtung erörtert.

Strahlen (s. a. Licht). Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Von Professor Dr. R. Börnstein und Professor Dr. W. Marckwald. Mit 82 Abbildungen.

Schildert die verschiedenen Arten der Strahlen, darunter die Kathoden- und Röntgenstrahlen, die Hertzschen Wellen, die Strahlungen der radioaktiven Körper (Uran und Radium) nach ihrer Entstehung und Wirkungsweise, unter Darstellung der charakteristischen Vorgänge der Strahlung.

Technik (s. a. Beleuchtungsarten; Dampf; Eisenbahnen; Eisenhüttenwesen; Ingenieurtechnik; Metalle; Mikroskop; Rechtsschutz; Stereoskop; Wärmekraftmaschinen). Am sausenden Webstuhl der Zeit. Übersicht über die Wirkungen der Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik auf das gesamte Kulturleben. Von Geh. Regierungsrat Professor Dr. W. Launhardt. 2. Auflage. Mit 16 Abbildungen im Text und auf 5 Tafeln.

Ein geistreicher Rückblick auf die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik, der die Weltwunder unserer Zeit verdankt werden.

Tee s. Kaffee.

Theater (s. a. Drama). Das Theater. Sein Wesen, seine Geschichte, seine Meister. Von Professor Dr. K. Borinski. Mit 8 Bildnissen.

Begreift das Drama als ein Selbstgericht des Menschentums und charakterisiert die größten Dramatiker der Weltliteratur bei aller Knappheit liebevoll und geistvoll, wobei es die dramatischen Meister der Völker und Zeiten tunlichst selbst reden läßt.

Theologie s. Bibel; Christentum; Jesus; Palästina; Religion.

Tierleben (s. a. Ameise; Mensch und Tier). Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Von Professor Dr. K. Kraepelin.

Stellt in großen Zügen eine Fülle wechselseitiger Beziehungen der Organismen zueinander dar. Familienleben und Staatenbildung der Tiere, wie die interessanten Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander werden geschildert.

——— Einführung in die Tierkunde. Von Privatdozent Dr. Kurt Hennings.

Will die Einheitlichkeit des gesamten Tierreiches zum Ausdruck bringen, Bewegung und Empfindung, Stoffwechsel und Fortpflanzung als die charakterisierenden Eigenschaften aller Tiere darstellen und sodann die Tätigkeit des Tierleibes aus seinem Bau verständlich machen, wobei

Digitized by Google

der Schwerpunkt der Darstellung auf die Lebensweise der Tiere gelegt ist. So werden nach einem Vergleich der drei Naturreiche die Bestandteile des tierischen Körpers behandelt, sodann ein Überblick über die sieben großen Kreise des Tierreiches gegeben, ferner Bewegung und Bewegungsorgane, Aufenthaltsort, Bewußtsein und Empfindung, Nervensystem und Sinnesorgane, Stoffwechsel, Fortpflanzung und Entwicklung erörtert.

Tierleben. Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. Friedrich Knauer. Mit zahlreichen Vollbildern und Textbildern.

Zahlreiche niederste Tiere pflanzen sich ungeschlechtlich fort, und bis zu den Fischen hinauf finden wir bei zahlreichen Tiergruppen die Einzelindividuen als Zwitter. Aus diesem Hermaphroditismus hat sich allmählich die Zweigeschlechtigkeit herausgebildet, die es wieder bei verschiedenen Tierarten zu auffälligstem geschlechtlichem Dimorphismus, ja zu so weit gehender Verschiedenheit der Männchen und Weibchen derselben Art gebracht hat, daß selbst Fachleute wiederholt Männchen und Weibchen ein und derselben Art für Individuen verschiedener Art angesprochen haben. Vorliegende Schrift führt dem Leser aus der Fülle der Beispiele die interessanten Fälle solcher Verschiedenheit zwischen Männchen und Weibchen vor und kommt dabei auch vielfach auf die Brutpflege in der Tierwelt und das Verhalten der Männchen zu derselben zu sprechen.

——— Die Lebensbedingungen und die geographische Verbreitung der Tiere. Von Professor Dr. Otto Maas.

Es soll hier nicht, wie es in verdienstvoller Weise von mancher Seite geschehen ist, ein gedrängtes Nachschlagebüchlein für den Studenten und Fachmann gegeben werden, sondern bei wissenschaftlich nicht vorgebildeten Kreisen Interesse für die Sache, die „Tiergeographie" erweckt werden. Manche Anknüpfungen an soziale Fragen werden dabei berührt. Es kann dies nicht geschehen, ohne auf biologische Gesichtspunkte, auf die „Lebensbedingungen" einzugehen. Der Hauptzweck des Bändchens soll aber sein, auf die allgemeinen Gesichtspunkte aufmerksam zu machen, die sich aus einer Betrachtung der Tierwelt überhaupt, auch der heimatlichen, ergeben.

Tuberkulose. Die Tuberkulose, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Für die Gebildeten aller Stände gemeinfaßlich dargestellt von Oberstabsarzt Dr. W. Schumburg. Mit 1 Tafel und 8 Figuren im Text.

Schildert nach einem Überblick über die Verbreitung der Tuberkulose das Wesen derselben, beschäftigt sich eingehend mit dem Tuberkelbazillus, bespricht die Maßnahmen, durch die man ihn von sich fernhalten kann, und erörtert die Fragen der Heilung der Tuberkulose, vor allem die hygienisch-diätetische Behandlung in Sanatorien und Lungenheilstätten.

Turnen s. Leibesübungen.

Verfassung (s. a. Fürstentum). Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches. Sechs Vorträge von Professor Dr. E. Loening. 2. Auflage.

Beabsichtigt in gemeinverständlicher Sprache in das Verfassungsrecht des Deutschen Reiches einzuführen, soweit dies für jeden Deutschen erforderlich ist, und durch Aufweisung des Zusammenhanges sowie durch geschichtliche Rückblicke und Vergleiche den richtigen Standpunkt für das Verständnis des geltenden Rechtes zu gewinnen.

Verkehrsentwicklung (s. a. Eisenbahnen; Technik). Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900. Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung, sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft von Professor Dr. W. Lotz. 2. Aufl.

Gibt nach einer kurzen Übersicht über die Hauptfortschritte in den Verkehrsmitteln und deren wirtschaftliche Wirkungen eine Geschichte des Eisenbahnwesens, schildert den heutigen Stand der Eisenbahnverfassung, das Güter- und das Personentarifwesen, die Reformversuche und die Reformfrage, ferner die Bedeutung der Binnenwasserstraßen und endlich die Wirkungen der modernen Verkehrsmittel.

Digitized by Google

Versicherung (s. a. Arbeiterschutz). Grundzüge des Versicherungswesens. Von Professor Dr. A. Manes.

Behandelt sowohl die Stellung der Versicherung im Wirtschaftsleben, die Entwicklung der Versicherung, die Organisation ihrer Unternehmungsformen, den Geschäftsgang eines Versicherungsbetriebs, die Versicherungspolitik, das Versicherungsvertragsrecht und die Versicherungswissenschaft, als die einzelnen Zweige der Versicherung, wie Lebensversicherung, Unfallversicherung, Haftpflichtversicherung, Transportversicherung, Feuerversicherung, Hagelversicherung, Viehversicherung, kleinere Versicherungszweige, Rückversicherung.

Volkslied. Das deutsche Volkslied. Über Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges. Von Privatdozent Dr. J. W. Bruinier. 2. Auflage.

Handelt in schwungvoller Darstellung vom Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges, unterrichtet über die deutsche Volksliederpflege in der Gegenwart, über Wesen und Ursprung des deutschen Volksgesanges, Skop und Spielmann, Geschichte und Mär, Leben und Liebe.

Volksstämme. Die deutschen Volksstämme und Landschaften. Von Professor Dr. O. Weise. 2. Auflage. Mit 29 Abbildungen im Text und auf Tafeln.

Schildert, durch eine gute Auswahl von Städte-, Landschafts- und anderen Bildern unterstützt, die Eigenart der deutschen Gaue und Stämme, die charakteristischen Eigentümlichkeiten der Landschaft, den Einfluß auf das Temperament und die geistige Anlage der Menschen, die Leistungen hervorragender Männer, Sitten und Gebräuche, Sagen und Märchen, Besonderheiten in der Sprache und Hauseinrichtung u. a. m.

Volkswirtschaftslehre s. Amerika; Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Frauenbewegung; Japan; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung; Versicherung; Wirtschaftsgeschichte.

Warenzeichenrecht s. Gewerbe.

Wärme s. Chemie.

Wärmekraftmaschinen (s. a. Dampf). Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen (Gasmaschinen). Von Professor Dr. Richard Vater. 2. Auflage. Mit 34 Abbildungen.

Will Interesse und Verständnis für die immer wichtiger werdenden Gas-, Petroleum- und Benzinmaschinen erwecken. Nach einem einleitenden Abschnitte folgt eine kurze Besprechung der verschiedenen Betriebsmittel, wie Leuchtgas, Kraftgas usw., der Viertakt- und Zweitaktwirkung, woran sich dann das Wichtigste über die Bauarten der Gas-, Benzin-, Petroleum- und Spiritusmaschinen sowie eine Darstellung des Wärmemotors Patent Diesel anschließt.

——— Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. Von Professor Dr. Richard Vater. Mit 48 Abbildungen.

Ohne den Streit, ob „Lokomobile oder Sauggasmaschine", „Dampfturbine oder Großgasmaschine", entscheiden zu wollen, behandelt Verfasser die einzelnen Maschinengattungen mit Rücksicht auf ihre Vorteile und Nachteile, wobei im zweiten Teil der Versuch unternommen ist, eine möglichst einfache und leichtverständliche Einführung in die Theorie und den Bau der Dampfturbine zu geben.

Wasser s. Chemie.

Digitized by Google

Weltall (s. a. Astronomie). Der Bau des Weltalls. Von Professor Dr. J. Scheiner. 2. Auflage. Mit 24 Figuren im Text und auf einer Tafel.

Stellt nach einer Einführung in die wirklichen Verhältnisse von Raum und Zeit im Weltall dar, wie das Weltall von der Erde aus erscheint, erörtert den inneren Bau des Weltalls, d. h. die Struktur der selbständigen Himmelskörper und schließlich die Frage über die äußere Konstitution der Fixsternwelt.

Weltanschauung (s. a. Kant; Menschenleben; Philosophie; Weltproblem). Die Weltanschauungen der großen Philosophen der Neuzeit. Von Professor Dr. L. Busse. 2. Auflage.

Will mit den bedeutendsten Erscheinungen der neueren Philosophie bekannt machen; die Beschränkung auf die Darstellung der großen klassischen Systeme ermöglicht es, die beherrschenden und charakteristischen Grundgedanken eines jeden scharf herauszuarbeiten und so ein möglichst klares Gesamtbild der in ihm enthaltenen Weltanschauung zu entwerfen.

Weltäther s. Moleküle.

Welthandel. Geschichte des Welthandels. Von Oberlehrer Dr. Max Georg Schmidt.

Eine zusammenfassende Übersicht der Entwickelung des Handels führt von dem Altertum an über das Mittelalter, in dem Konstantinopel, seit den Kreuzzügen Italien und Deutschland den Weltverkehr beherrschen, zur Neuzeit, die mit der Auffindung des Seewegs nach Indien und der Entdeckung Amerikas beginnt und bis zur Gegenwart, in der auch der deutsche Kaufmann nach dem alten Hansawort „Mein Feld ist die Welt" den ganzen Erdball erobert.

Weltproblem (s. a. Philosophie; Weltanschauung). Das Weltproblem von positivistischem Standpunkte aus. Von Privatdozent Dr. J. Petzoldt.

Sucht die Geschichte des Nachdenkens über die Welt als eine sinnvolle Geschichte von Irrtümern psychologisch verständlich zu machen im Dienste der von Schuppe, Mach und Avenarius vertretenen Anschauung, daß es keine Welt an sich, sondern nur eine Welt für uns gibt, ihre Elemente nicht Atome oder sonstige absolute Existenzen, sondern Farben-, Ton-, Druck-, Raum-, Zeit- usw. Empfindungen sind, trotzdem aber die Dinge nicht bloß subjektiv, nicht bloß Bewußtseinserscheinungen sind, vielmehr die aus jenen Empfindungen zusammengesetzten Bestandteile unserer Umgebung fortexistierend zu denken sind, auch wenn wir sie nicht mehr wahrnehmen.

Wetter. Wind und Wetter. Fünf Vorträge über die Grundlagen und wichtigeren Aufgaben der Meteorologie. Von Professor Dr. Leonh. Weber. Mit 27 Figuren im Text und 3 Tafeln.

Schildert die historischen Wurzeln der Meteorologie, ihre physikalischen Grundlagen und ihre Bedeutung im gesamten Gebiete des Wissens, erörtert die hauptsächlichsten Aufgaben, die dem ausübenden Meteorologen obliegen, wie die praktische Anwendung in der Wettervorhersage.

Wirtschaftsgeschichte (s. a. Amerika; Eisenbahnen; Geographie; Handwerk; Japan; Rom; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung). Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im 19. Jahrhundert. Von Professor Dr. L. Pohle.

Gibt in gedrängter Form einen Überblick über die gewaltige Umwälzung, die die deutsche Volkswirtschaft im letzten Jahrhundert durchgemacht hat: die Umgestaltung der Landwirtschaft; die Lage von Handwerk und Hausindustrie; die Entstehung der Großindustrie mit ihren Begleiterscheinungen; Kartellbewegung und Arbeiterfrage; die Umgestaltung des Verkehrswesens und die Wandlungen auf dem Gebiete des Handels.

Digitized by Google

Wirtschaftsgeschichte. Deutsches Wirtschaftsleben. Auf geographischer Grundlage geschildert von Professor Dr. Chr. Gruber. Mit 4 Karten.

Beabsichtigt, ein gründliches Verständnis für den sieghaften Aufschwung unseres wirtschaftlichen Lebens seit der Wiederaufrichtung des Reichs herbeizuführen und darzulegen, inwieweit sich Produktion und Verkehrsbewegung auf die natürlichen Gelegenheiten, die geographischen Vorzüge unseres Vaterlandes stützen können und in ihnen sicher verankert liegen.

——— Wirtschaftliche Erdkunde. Von Professor Dr. Chr. Gruber.

Will die ursprünglichen Zusammenhänge zwischen der natürlichen Ausstattung der einzelnen Länder und der wirtschaftlichen Kraftäußerung ihrer Bewohner klar machen und das Verständnis für die wahre Machtstellung der einzelnen Völker und Staaten eröffnen. Das Weltmeer als Hochstraße des Weltwirtschaftsverkehrs und als Quelle der Völkergröße, — die Landmassen als Schauplatz alles Kulturlebens und der Weltproduktion, — Europa nach seiner wirtschaftsgeographischen Veranlagung und Bedeutung, — die einzelnen Kulturstaaten nach ihrer wirtschaftlichen Entfaltung (viele geistreiche Gegenüberstellungen!): all dies wird in anschaulicher und großzügiger Weise vorgeführt.

Zoologie s. Ameisen; Tierleben.

Übersicht nach den Autoren.

Abel, Chemie in Küche und Haus.
Abelsdorff, Das Auge.
Alkoholismus, Der, seine Wirkungen und seine Bekämpfung. 3 Bände.
Auerbach, Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre.
Biedermann, Die technische Entwickl. der Eisenbahnen der Gegenwart.
Biernacki, Die moderne Heilwissenschaft.
Bloch, Die ständischen u. sozialen Kämpfe.
Blochmann, Luft, Wasser, Licht u. Wärme.
Boehmer, Jesuiten.
Boehmer, Luther im Lichte der neueren Forschungen.
Bongardt, Die Naturwissenschaften im Haushalt. 2 Bändchen.
Bonhoff, Jesus und seine Zeitgenossen.
Borinski, Das Theater.
Börnstein und Marckwald, Sichtbare und unsichtbare Strahlen.
Braasch, Religiöse Strömungen.
Bruinier, Das deutsche Volkslied.
Brüsch, D. Beleuchtungsart. d. Gegenwart.
Buchner, 8 Vorträge a. d. Gesundheitslehre.
Burgerstein, Schulhygiene.
Bürkner, Kunstpflege in Haus u. Heimat.
Busse, Weltanschauung. d. gr. Philosoph.
Crantz, Arithmetik und Algebra. I.
Daenell, Geschichte der Ver. Staaten von Amerika.
v. Duhn, Pompeji.
Eckstein, Der Kampf zwischen Mensch und Tier.
Erde, Hist. Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland.
Franz, Der Mond.
Frech, Aus der Vorzeit der Erde.
Frentzel, Ernähr. u. Volksnahrungsmittel.
Geffcken, A. d. Werdezeit d. Christentums.
Gerber, Die menschliche Stimme.
Giesebrecht, Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte.
Giesenhagen, Unsere wicht. Kulturpflanzen.
Graetz, Licht und Farben.
Graul, Ostasiatische Kunst.
Gruber, Deutsches Wirtschaftsleben.
Gruber, Wirtschaftliche Erdkunde.
Günther, Das Zeitalter der Entdeckungen.
Hahn, Die Eisenbahnen.
v. Hansemann, D. Aberglaube i. d. Medizin.
Hartwig, Das Stereoskop.
Hassert, Die Polarforschung.

Digitized by Google

Haushofer, Bevölkerungslehre.
Heigel, Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrh.
Heil, D. Städte u. Bürger im Mittelalter.
Heilborn, Die deutschen Kolonien. (Land und Leute.)
Heilborn, Der Mensch.
Hennig, Einführung in das Wesen der Musik.
Hennings, Einführg. in die Tierkunde.
Hesse, Abstammungslehre u. Darwinismus.
Hubrich, Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen.
Janson, Meeresforschung u. Meeresleben.
Kautzsch, Die deutsche Illustration.
Kirchhoff, Mensch und Erde.
Knabe, Geschichte d. deutsch. Schulwesens.
Knauer, Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt.
Knauer, Die Ameisen.
Kraepelin, Die Beziehungen der Tiere zueinander.
Krebs, Haydn, Mozart, Beethoven.
Kreibig, Die fünf Sinne des Menschen.
Külpe, Die Philosophie der Gegenwart.
Külpe, Immanuel Kant.
Küster, Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen.
Kuppers, Volksschule und Lehrerbildung in den Ver. Staaten.
Laughlin, Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben.
Launhardt, Am sausenden Webstuhl der Zeit.
Loening, Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches.
Lotz, Verkehrsentwcklg. i. Dtschl. 1800—1900.
Luschin von Ebengreuth, Die Münze.
Maas, Lebensbedingungen der Tiere.
Maier, Soziale Bewegungen u. Theorien.
von Maltzahn, Der Seekrieg.
Manes, Grundzüge d. Versicherungswes.
Maennel, Vom Hilfsschulwesen.
Martin, Die höh. Mädchenschule in Dtschld.
Matthaei, Deutsche Baukunst i. Mittelalt.
Mehlhorn, Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu.
Mehringer, Das deutsche Haus und sein Hausrat.
Merckel, Bilder aus der Ingenieurtechnik.
Merckel, Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit.
Mie, Moleküle — Atome — Weltäther.
Miehe, Die Erscheinungen des Lebens.
von Negelein, Germ. Mythologie.
Oppenheim, Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit.
Otto, Das deutsche Handwerk.
Otto, Deutsches Frauenleben.
Pabst, Die Knabenhandarbeit.
Paulsen, Das deutsche Bildungswesen.
Petzoldt, Das Weltproblem.
Pfannkuche, Religion u. Naturwissensch.
Pischel, Leben und Lehre des Buddha.
Pohle, Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im 19. Jahrhundert.
von Portugall, Friedrich Fröbel.
Pott, Der Text des Neuen Testaments nach seiner geschichtl. Entwicklung.
Ranck, Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses.
Rathgen, Die Japaner.
Rehmke, Die Seele des Menschen.
Richert, Schopenhauer.
von Rohr, Optische Instrumente.
Sachs, Bau u. Tätigkeit d. menschl. Körpers.
Scheffer, Das Mikroskop.
Scheid, Die Metalle.
Scheiner, Der Bau des Weltalls.
Schirmacher, Die mod. Frauenbewegung.
Schmidt, Gesch. des Welthandels.
Schumburg, Die Tuberkulose.
Schwemer, Restauration und Revolution.
Schwemer, Die Reaktion u. die neue Ära.
Schwemer, Vom Bund zum Reich.
von Soden, Palästina.
von Sothen, D. Kriegswesen i. 19. Jahrh.
Spiro, Geschichte der Musik.
Stein, Die Anfänge der menschl. Kultur.
Steinhausen, Germ. Kultur in der Urzeit.
Teichmann, Der Befruchtungsvorgang.
Tews, Schulkämpfe der Gegenwart.
Tolksdorf, Gewerblicher Rechtsschutz in Deutschland.
Uhl, Entsteh. u. Entwickl. uns. Muttersprache.
Unold, Aufgab. u. Ziele d. Menschenlebens.
Vater, Theorie u. Bau der neueren Wärmekraftmaschinen. — Die neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. — Dampf u. Dampfmaschine.
Voges, Der Obstbau.
Volbehr, Bau u. Leben d. bildenden Kunst.
Wahrmund, Ehe und Eherecht.
Weber, Wind und Wetter.
Weber, Von Luther zu Bismarck. 2 Bde.
Wedding, Eisenhüttenwesen.
Weinel, Die Gleichnisse Jesu.
Weise, Schrift- u. Buchwes. i. alt. u. n. Zeit.
Weise, Die d. Volksstämme u. Landschaft.
Wilbrandt, Die Frauenarbeit.
Wieler, Die narkotischen Aufgußgetränke.
Wislicenus, Der Kalender.
Witkowski, Das d. Drama d. XIX. Jahrh.
Wustmann, Albrecht Dürer.
Zander, Nervensystem. — Leibesübungen.
Ziebarth, Kulturbilder aus griechischen Städten.
Ziegler, Allgem. Pädagogik. — Schiller.
v. Zwiedineck-Südenhorst, Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung.

Digitized by Google

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin.

DIE KULTUR DER GEGENWART

IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE

HERAUSGEGEBEN VON PROFESSOR PAUL HINNEBERG

In 4 Teilen. Lex.-8. Jeder Teil zerfällt in einzelne inhaltlich vollständig in sich abgeschlossene u. einzeln käufliche Bände (Abteilungen).

Die „Kultur der Gegenwart" soll eine systematisch aufgebaute, geschichtlich begründete Gesamtdarstellung unserer heutigen Kultur darbieten, indem sie die Fundamentalergebnisse der einzelnen Kulturgebiete nach ihrer Bedeutung für die gesamte Kultur der Gegenwart und für deren Weiterentwicklung in großen Zügen zur Darstellung bringt. Das Werk vereinigt eine Zahl erster Namen aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis und bietet Darstellungen der einzelnen Gebiete jeweils aus der Feder des dazu Berufensten in gemeinverständlicher, künstlerisch gewählter Sprache auf knappstem Raume.

Teil I: Die geisteswissenschaftlichen Kulturgebiete. 1. Hälfte.

Religion und Philosophie, Literatur, Musik und Kunst mit vorangehender Einleitung zu dem Gesamtwerk.

Abt. 1. Die allgemeinen Grundlagen der Kultur der Gegenwart.
Abt. 2. Aufgaben und Methode der Geisteswissenschaften.
Abt. 3. Außerchristliche Religionen.
Abt. 4. Die christliche Religion mit Einschluß der israelit.-jüd. Religion.
Abt. 5. Allgem. Geschichte der Philosophie.
Abt. 6. System der Philosophie.
Abt. 7. Die orientalischen Literaturen.
Abt. 8. Die griechische und lateinische Literatur und Sprache.
Abt. 9. Die osteuropäischen Literaturen und die slawischen Sprachen.
Abt. 10. Die romanische und englische Literatur und Sprache.
Abt. 11. Die deutsche Literatur und Sprache. Allgemeine Literaturwissenschaft.
Abt. 12. Die Musik.
Abt. 13. Die orientalische Kunst. Die europäische Kunst des Altertums.
Abt. 14. Die europäische Kunst des Mittelalters und der Neuzeit. Allgemeine Kunstwissenschaft.

Teil II: Die geisteswissenschaftlichen Kulturgebiete. 2. Hälfte.

Staat und Gesellschaft, Recht und Wirtschaft.

Abt. 1. Völker-, Länder- und Staatenkunde.
Abt. 2. Allgemeine Verfassungs- und Verwaltungsgeschichte.
Abt. 3. Staat und Gesellschaft des Orients.
Abt. 4. Staat und Gesellschaft Europas im Altertum und Mittelalter.
Abt. 5. Staat und Gesellschaft Europas und Amerikas in der Neuzeit.
Abt. 6. System der Staats- und Gesellschaftswissenschaft.
Abt. 7. Allgemeine Rechtsgeschichte.
Abt. 8. Systematische Rechtswissenschaft.
Abt. 9. Allgemeine Wirtschaftsgesch.
Abt. 10. System der Volkswirtschaftslehre.

Teil III: Die naturwissenschaftlichen Kulturgebiete

Anorganische und organische Naturwissenschaften, Medi...

Teil IV: Die technischen Kulturgebiete

technik, industrielle Technik, Land...schaftliche ...
Verkehrstechnik

Digitized by Google

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin.

Probeheft und Spezial-Prospekte über die einzelnen Abteilungen (mit Auszug aus dem Vorwort des Herausgebers, der Inhaltsübersicht des Gesamtwerkes, dem Autoren-Verzeichnis und mit Probestücken aus dem Werke) werden auf Wunsch umsonst u. postfrei vom Verlag versandt.

Von Teil I und II sind erschienen:

Teil I, Abt. 1: **Die allgemeinen Grundlagen der Kultur der Gegenwart.** Inhalt: Das Wesen der Kultur: W. Lexis. — Das moderne Bildungswesen: Fr. Paulsen. — Die wichtigsten Bildungsmittel. A. Schulen und Hochschulen. Das Volksschulwesen: G. Schöppa. Das höhere Knabenschulwesen: A. Matthias. Das höhere Mädchenschulwesen: H. Gaudig. Das Fach- und Fortbildungsschulwesen: G. Kerschensteiner. Die geisteswissenschaftliche Hochschulausbildung: Fr. Paulsen. Die naturwissenschaftliche Hochschulausbildung: W. v. Dyck. B. Museen. Kunst- und Kunstgewerbe-Museen: L. Pallat. Naturwissenschaftlich-technische Museen: K. Kraepelin. C. Ausstellungen. Kunst- und Kunstgewerbe-Ausstellungen: J. Lessing. Naturwissenschaftlich-technische Ausstellungen: O. N. Witt. D. Die Musik: G. Göhler. E. Das Theater: P. Schlenther. F. Das Zeitungswesen: K. Bücher. G. Das Buch: R. Pietschmann. H. Die Bibliotheken: F. Milkau. — Die Organisation der Wissenschaft: H. Diels. [XV u. 671 S.] 1906. Preis geh. ℳ 16.—, in Leinwand geb. ℳ 18.—

Teil I, Abt. 3, 1: **Die orientalischen Religionen.** Inhalt: Die Anfänge der Religion und die Religion der primitiven Völker: Ed. Lehmann. — Die ägyptische Religion: A. Erman. — Die asiatischen Religionen: Die babylonisch-assyrische Religion: C. Bezold. — Die indische Religion: H. Oldenberg. — Die iranische Religion: H. Oldenberg. — Die Religion des Islams: J. Goldziher. — Der Lamaismus: A. Grünwedel. — Die Religion der Chinesen: J. J. M. de Groot. — Die Religion der Japaner: a) Der Shintoismus: K. Florenz, b) Der Buddhismus: H. Haas. [VII u. 267 S.] 1906. Preis geh. ℳ 7.—, in Leinwand geb. ℳ 9.—

Teil I, Abt. 4: **Die christliche Religion mit Einschluß der israelitisch-jüdischen Religion.** Inhalt: Die israelitisch-jüdische Religion: J. Wellhausen. — Die Religion Jesu und die Anfänge des Christentums bis zum Nicaenum (325): A. Jülicher. — Kirche und Staat bis zur Gründung der Staatskirche: A. Harnack. — Griechisch-orthodoxes Christentum und Kirche in Mittelalter und Neuzeit: N. Bonwetsch. — Christentum und Kirche Westeuropas im Mittelalter: K. Müller. — Katholisches Christentum und Kirche in der Neuzeit: F. X. Funk. Protestantisches Christentum und Kirche in der Neuzeit: E. Troeltsch. — Wesen der Religion und der Religionswissenschaft: E. Troeltsch. — Christlich-katholische Dogmatik: J. Pohle. — Christlich-katholische Ethik: J. Mausbach. — Christlich-katholische praktische Theologie: C. Krieg. — Christlich-protestantische Dogmatik: W. Herrmann. — Christlich-protestantische Ethik: R. Seeberg. — Christlich-protestantische praktische Theologie: W. Faber. — Die Zukunftsaufgaben der Religion und die Religionswissenschaft: H. J. Holtzmann. [XI u. 752 S.] 1906. Preis geh. ℳ 16.—, in Leinwand geb. ℳ 18.— Auch in 2 Hälften: 1. Geschichte der christlichen Religion geh. ℳ [illegible], geb. ℳ 11.— 2. Systematisch-christliche Theologie, geh. ℳ [illegible], geb. ℳ 8.—

Teil I, Abt. 6: **Allgemeine Geschichte der Philosophie.** Verfasser: H. v. Arnim, [illegible] J. Goldziher, W. [illegible], Yuonye, H. Oldenberg, W. Windelband, [illegible] ℳ 8.—, in Leinw. geb. ca. ℳ 10.—

Teil I, Abt. 6: **Systeme der Philosophie.** Inhalt: Das Wesen der Philosophie: [illegible] — Logik und [illegible]: A. [illegible] — Metaphysik: W. Wundt. — [illegible] — Philosophie der [illegible] — Ästhetik: [illegible] [ca. 25 Bogen.] [illegible]

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin.

Teil I, Abt. 7: **Die orientalischen Literaturen.** Inhalt: Die Anfänge der Literatur und die Literatur der primitiven Völker: E. Schmidt. — Die ägyptische Literatur: A. Erman. — Die babylonisch-assyrische Literatur: C. Bezold. — Die israelitische Literatur: H. Gunkel. — Die aramäische Literatur: Th. Nöldeke. — Die arabische Literatur: M. J. de Goeje. — Die äthiopische Literatur: Th. Nöldeke. — Die indische Literatur: R. Pischel. — Die altpersische Literatur: K. Geldner. — Die mittelpersische Literatur: P. Horn. — Die neupersische Literatur: P. Horn. — Die türkische Literatur: P. Horn. — Die armenische Literatur: F. N. Finck. — Die georgische Literatur: F. N. Finck. — Die chinesische Literatur: W. Grube. — Die japanische Literatur: K. Florenz. [IX u. 419 S.] 1906. Preis geh. *M* 10.—, in Leinwand geb. *M* 12.—

Teil I, Abt. 8: **Die griechische und lateinische Literatur und Sprache.** Inhalt: I. Die griechische Literatur und Sprache. Die griechische Literatur des Altertums: U. v. Wilamowitz-Moellendorff. — Die griechische Literatur des Mittelalters: K. Krumbacher. — Die griechische Sprache: J. Wackernagel. — II. Die lateinische Literatur und Sprache. Die römische Literatur des Altertums: Fr. Leo. — Die lateinische Literatur im Übergang vom Altertum zum Mittelalter: E. Norden. — Die lateinische Sprache: P. Skutsch. [VIII u. 464 S.] 1905. Preis geh. *M* 10.—, in Leinwand geb. *M* 12.—

Teil I, Abt. 10: **Die romanische und englische Literatur und Sprache und die skandinavische Literatur.** Verfasser: A. Brandl, A. Heusler, K. Luick, W. Meyer-Lübke, H. Morf, H. Schück, H. Zimmer. [ca. 30 Bogen.] Preis geh. ca. *M* 10.—, in Leinwand geb. ca. *M* 12.—

Teil II, Abt. 5: **Staat und Gesellschaft Europas und Amerikas in der Neuzeit.** Verfasser: Fr. v. Bezold, E. Gothein, R. Koser, E. Marcks, Th. Schiemann. [ca. 30 Bogen.] Preis geh. ca. *M* 10.—, in Leinwand geb. ca. *M* 12.—

Teil II, Abt. 8: **Systematische Rechtswissenschaft.** Inhalt: Wesen des Rechtes und der Rechtswissenschaft: R. Stammler. — Die einzelnen Teilgebiete: Privatrecht, Bürgerliches Recht: R. Sohm. — Handels- und Wechselrecht: K. Gareis. — Versicherungsrecht: V. Ehrenberg. — Internationales Privatrecht: L. v. Bar. — Zivilprozeßrecht: L. v. Seuffert. — Strafrecht und Strafprozeßrecht: F. v. Liszt. — Kirchenrecht: W. Kahl. — Staatsrecht: P. Laband. — Verwaltungsrecht, Justiz und Verwaltung: G. Anschütz. — Polizei- und Kulturpflege: E. Bernatzik. — Völkerrecht: F. v. Martitz. — Die Zukunftsaufgaben des Rechtes und der Rechtswissenschaft: R. Stammler. [X, LX u. 536 S.] 1906. geh. *M* 14.—, in Leinwand geb. *M* 16.—

B. G. Teubners Allgemeiner Katalog

gibt eine reich illustrierte, durch ausführliche Inhaltsangaben Proben, Besprechungen eingehend über jedes einzelne Werk unterrichtende Übersicht aller derjenigen Veröffentlichungen des Verlages, die von allgemeinem Interesse für die weitesten Kreise der Gebildeten sind. Der Katalog liegt in folgenden Abteilungen vor, die jedem Interessenten auf Wunsch umsonst und postfrei übersandt werden:

1. Allgemeines (Sammelwerke, Zeitschriften, Bildungswesen).
2. Klassisches Altertum (Literatur, Sprache, Mythologie, Religion, Kunst, Geschichte, Recht und Wirtschaft).
3. Religion. Philosophie.
4. Geschichte. Kulturgeschichte. Kunst.
5. Deutsche Sprache und Literatur.
6. Neuere fremde Literaturen und Sprachen.
7. Länder- und Völkerkunde.
8. Volkswirtschaft. Handel und Gewerbe. Fortbildungsschulwesen.
9. Pädagogik.
10. Mathematik. Naturwissenschaften. Technik.

Vollständige Ausgabe.

Leipzig, Poststraße 3. B. G. Teubner.

Digitized by Google